L'AGGUATO DEI QUANTI

- Il momento newtoniano è durato circa 250 anni.
- Poi, nel 1900, gli è stato teso un agguato.
- Studiando un angolino in apparenza remoto dell'ottica, alcuni fisici scoprirono che potevano spiegare i fenomeni osservati solo introducendo un oggetto bizzarro e mai ideato prima: il quanto.
- L'idea non sarebbe risultata un mero artificio, ma avrebbe minato il mondo edificato da Newton fin dalle sue fondamenta.

LA PRIMA RIVOLUZIONE
LA TEORIA DEI QUANTI

- L'attacco fu sferrato in due momenti.
- Nel **primo**, durato **dal 1900 al 1925**, gli scienziati notarono che i quanti si scontravano con le idee correnti sullo spazio, sul tempo e sulla causalità, e poco a poco capirono che non sarebbe stato semplice adattarli al mondo newtoniano.
- I quanti erano il figlio ribelle che molti cercavano ancora di domare sperando di trovargli un posto nell'elegante universo newtoniano, così come avevano fatto per molto altro sin dalla pubblicazione dei Principia.
- In quegli anni la gente considerava la *teoria dei quanti* un modello in qualche modo affine alla relatività: molto importante, ma incomprensibile a tutti tranne che alle più brillanti menti scientifiche, entusiaste per ragioni troppo complesse per essere comprese.

LA SECONDA RIVOLUZIONE
LA MECCANICA QUANTISTICA

- Poi tutto cambiò.
- In appena due anni, **tra il 1925 e il 1927**, le speranze di domare i quanti furono spazzate via da una nuova teoria che si poggiava su basi radicalmente differenti da quelle della fisica classica e che era coronata dal principio di indeterminazione.
- La meccanica quantistica chiariva fenomeni che la meccanica newtoniana non era in grado di spiegare e rispondeva a un vasto numero di domande che andavano dal perché il Sole splende alla dinamica degli atomi.
- Sostituì la fisica newtoniana come teoria del microscopio.

IL MONDO QUANTISTICO

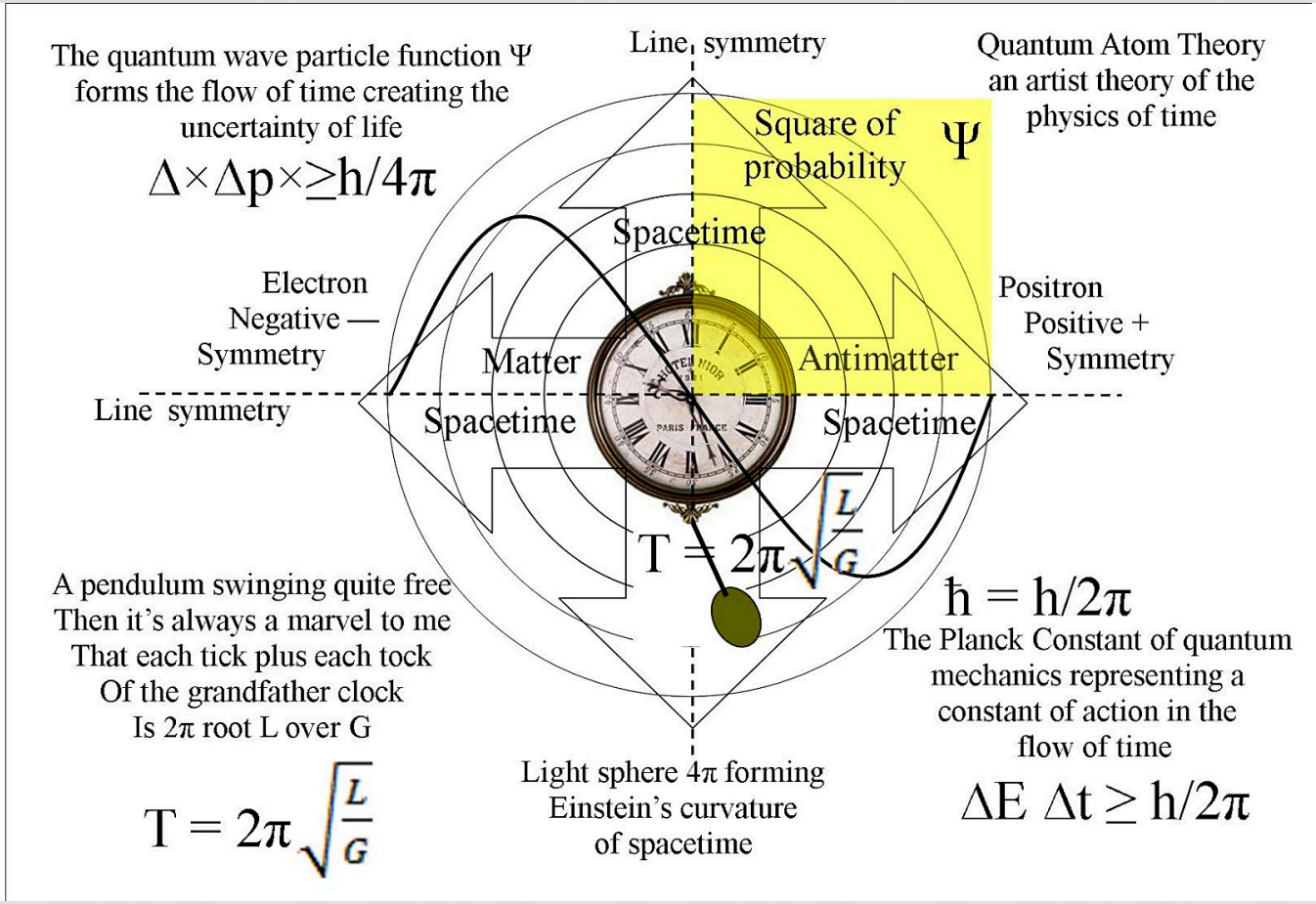
- Si afferma un "mondo quantistico" contrapposto al "mondo newtoniano" e regolato da leggi diverse. Il primo non aveva la semplicità e l'eleganza del secondo, ed appariva magico, esotico, dotato di caratteristiche peculiari:
  - c'erano ***differenze di scale***, le leggi da applicare erano diverse nel mondo microscopico e in quello macroscopico;
  - c'era ***l'inomogeneità***: la presenza di certe cose nel mondo era diversa da quella di certe altre;
  - c'era ***discontinuità***: grandezze come lo spazio e il tempo non si trasformavano le une nelle altre così facilmente come nell'universo newtoniano;
  - c'era ***l'incertezza***: alcune proprietà dell'universo newtoniano come la posizione e la quantità di moto, non potevano essere determinate simultaneamente o nemmeno essere definite reali;
  - c'era l'***impredicibilità***;
  - c'era ***l'incapacità di tirarsi fuori da un certo genere di misure***: l'esistenza stessa di alcune proprietà dei fenomeni microscopici sembrava dipendere proprio dal fatto che queste quantità venissero misurate o no; ciò demoliva l'idea classica di oggettività, ossia che tutte le proprietà degli oggetti hanno valori definiti che prescindono da eventuali misure.

IL PRINCIPIO DI INDETERMINAZIONE

- La scoperta del principio di indeterminazione nel 1927 demolì la tenace speranza di tornare ad un mondo deterministico e newtoniano.
- Il principio di indeterminazione racchiudeva in sé l'impossibilità di conoscere simultaneamente la posizione e la quantità di moto di una particella.
- Significava, in pratica, che il Newton di Blake non avrebbe più potuto conoscere tutto sul meraviglioso mare della natura cui voltava le spalle, o che la mente ideale onnisciente di Laplace non sarebbe riuscita ad avviare la sua analisi.
- Il principio di indeterminazione contribuì inoltre a modificare il significato di parole come *incertezza*, *aleatorietà*, *caso*, *causa* e *probabilità*.

$$\Delta x \Delta p \geq \frac{\hbar}{2}$$

IL PRINCIPIO DI INDETERMINAZIONE



IL MONDO DEI QUANTI

- Alcuni scienziati, Einstein in testa, si impuntarono sperando nel ripristino del mondo newtoniano, altri tentarono di spiegare quel che stava succedendo in un linguaggio accessibile ai profani di scienza, mentre il pubblico che assisteva restò affascinato da tali divagazioni.
- Ciò spinse la battaglia ben oltre i confini della fisica, dove era iniziata, verso sfere culturali sempre più ampie. Filosofi, artisti, scrittori e poeti cominciarono presto ad adottare concetti e termini tipici del mondo dei quanti, che iniziarono così a comparire nel **linguaggio quotidiano**. Le forme culturali coltivate durante il momento newtoniano venivano, per la prima volta dopo secoli, messe in discussione.

IL MONDO DEI QUANTI

- Cosa significava il mondo dei quanti?
- Era forse una regione sconosciuta in qualche catena montuosa finora inesplorata, degna di fama per i suoi vasti paesaggi e per le sue creature bizzarre, ma poco legata agli avvenimenti del nostro mondo?
- O era come contattare una civiltà aliena in qualche galassia lontana, evento che avrebbe cambiato la considerazione che gli uomini hanno di se stessi e della loro posizione nell'universo?
- O forse la Terra dei Quanti, che dopo tutto costituiva le fondamenta del nostro mondo, aveva conseguenze ancora più profonde verso ciò che consideriamo razionale o irrazionale, reale o irreale?

DIFFICOLTÀ DI COMPRENSIONE

- Nonostante siano trascorsi molti anni, il momento quantistico è più oscuro e incerto di quanto non lo fosse il momento newtoniano.
- Il fisico Richard Feynman è famoso per aver detto: "*Nessuno capisce la meccanica quantistica*". Si trattava di una delle sue solite provocazioni, ma le sue parole sottolineano la difficoltà e la natura completamente controintuitiva del soggetto.
- **L'evoluzione ci ha plasmati a pensare e agire in un mondo caratterizzato da distanze e scale temporali di stampo newtoniano, in cui gli effetti quantistici non sono evidenti.** La nostra specie è il frutto di questo mondo, in cui siamo maturati come individui e al quale siamo concettualmente ancorati dal modo in cui le nostre menti elaborano l'esperienza.