



Meccanica dei quanti: che roba è?

ANGELO TARTAGLIA

La prima parte del '900 ha visto nascere due paradigmi rivoluzionari per la fisica:

La Relatività

e

La Meccanica Quantistica

La relatività

Due antichi assoluti vengono relativizzati.
Sono lo spazio e il tempo.

Nasce un nuovo assoluto:
lo spazio-tempo.

La realtà fisica è ricondotta a
geometria in quattro dimensioni e
con segnatura lorentziana.



Albert Einstein

Come nel mito della caverna noi percepiamo solo ombre di una realtà assoluta

4



La rivoluzione dei quanti - Angelo Tartaglia
18/02/2019

Determinismo assoluto

Nelle quattro dimensioni dello spazio-tempo non «accade» mai nulla: tutto è già lì. Il «libro del destino» è tutto scritto.

La Meccanica Quantistica

6

- Gli scambi di energia avvengono per quantità discrete (i «quanti»)
- Onde o particelle?
- Particelle o onde?

Onde **e** particelle

Un sistema fisico è descritto da una «funzione d'onda»



Louis De Broglie

Onde, ma di che?

7

La funzione d'onda ψ rappresenta una «ampiezza di probabilità».

Il suo quadrato ψ^2 è una (densità di) probabilità.

La funzione d'onda è concreta o è solo uno strumento di calcolo?



Erwin Schrödinger

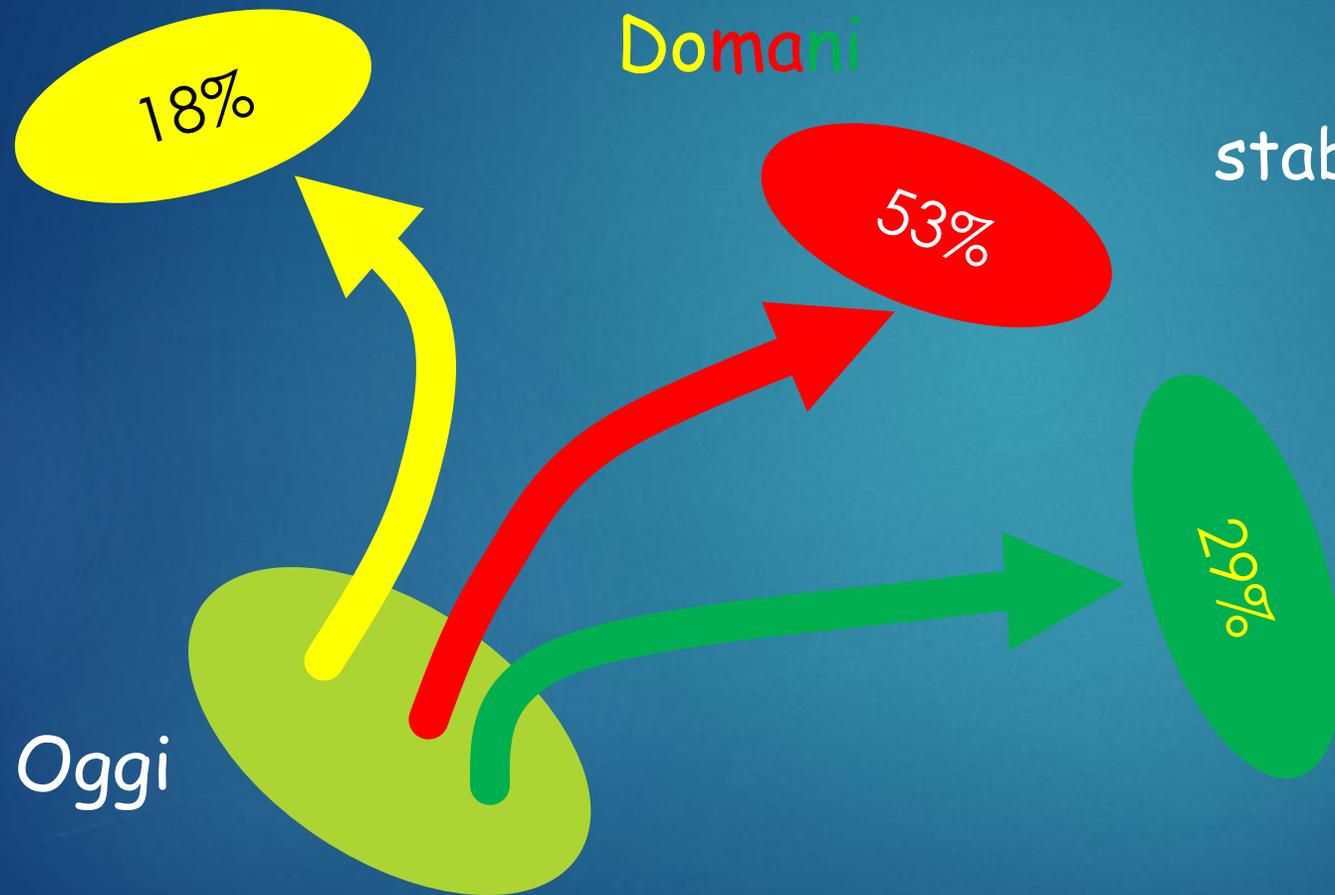
E' nato un nuovo paradigma: la meccanica quantistica

Determinismo matematico e indeterminismo fisico

Se conosco tutte le condizioni iniziali e le leggi in gioco in un esperimento prima di effettuarlo, le equazioni mi permettono di trovare la funzione d'onda del sistema.

La funzione d'onda mi dà la distribuzione di probabilità di tutti i possibili esiti dell'esperimento

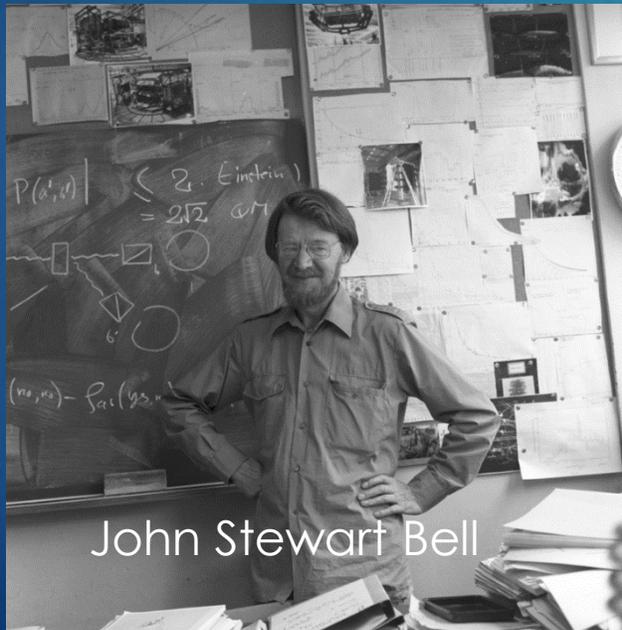
Il futuro è solo più o meno probabile



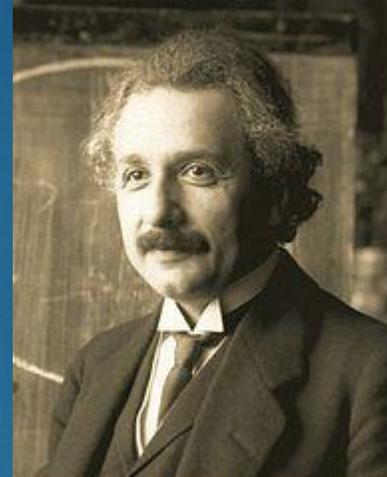
Non è possibile stabilire quale sarà il 'vero' futuro

... ma Dio non gioca a dadi col mondo.

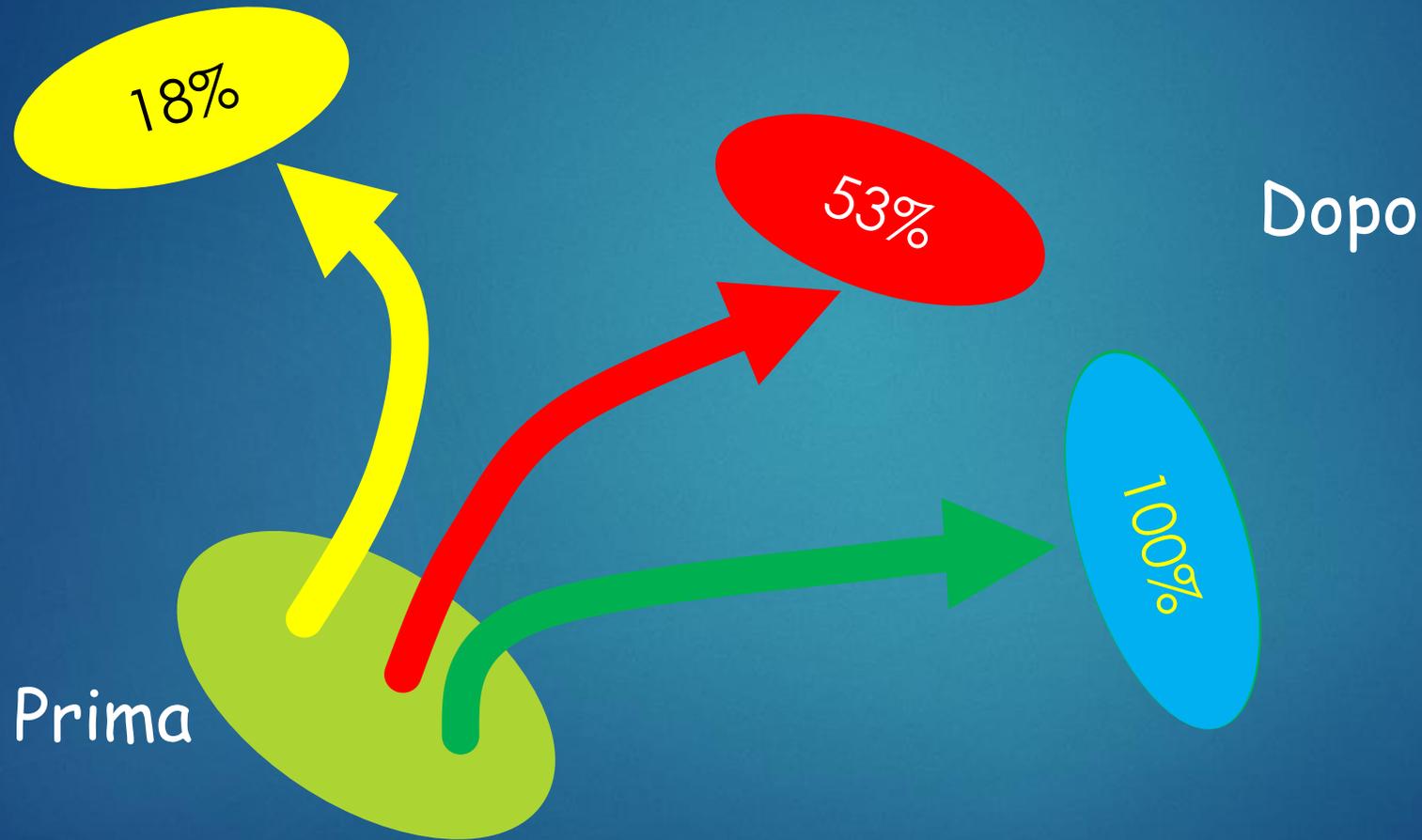
Ci devono essere delle «variabili nascoste» che non conosciamo.



No. Non manca niente.
La meccanica quantistica
è «non locale»



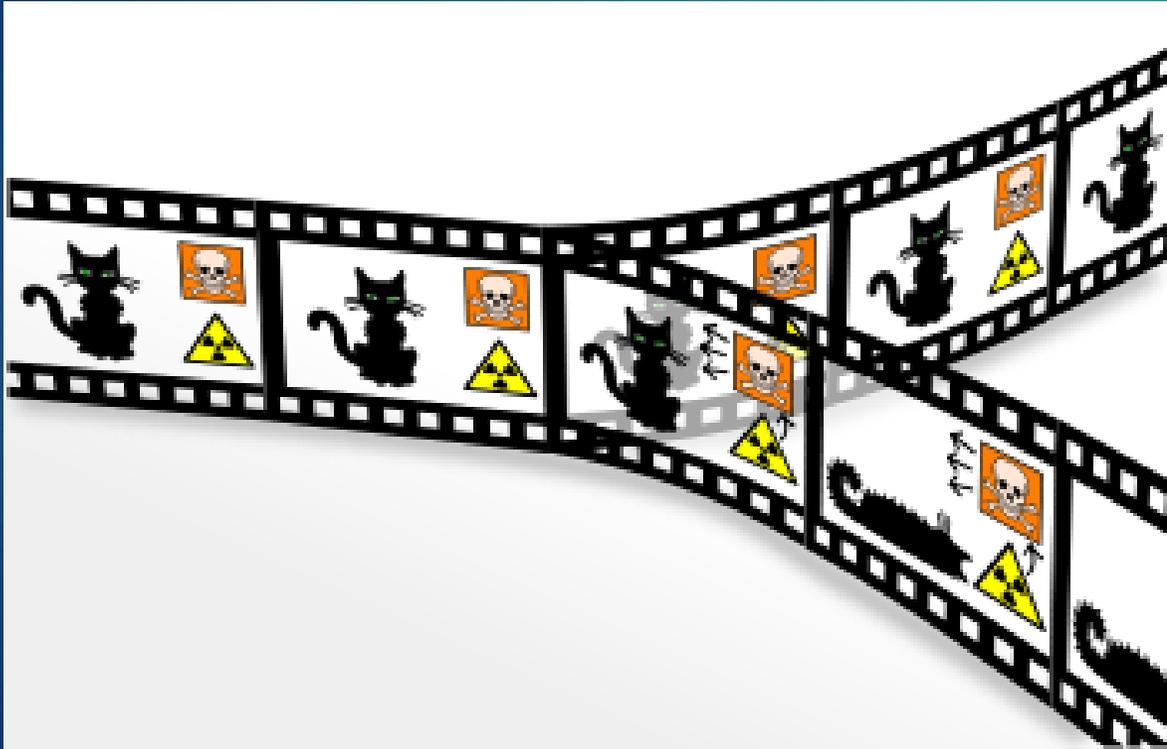
Il collasso della funzione d'onda



E se non ci fosse nessun collasso?

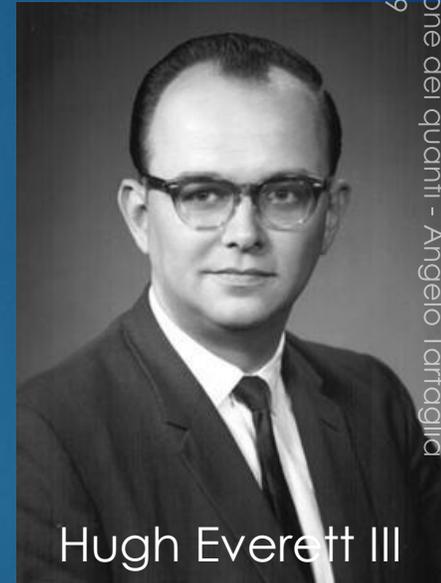
12

I «molti mondi»



Tutti i futuri
possibili sono
reali

Perché ne
percepiamo solo
uno?



Hugh Everett III

La rivoluzione dei quanti - Angelo Tartaglia
18/02/2019

*... per
preservare la
nostra salute
mentale ...*



Il buon vecchio etere...

14

Aristotele diceva che il vuoto, per definizione, non esiste

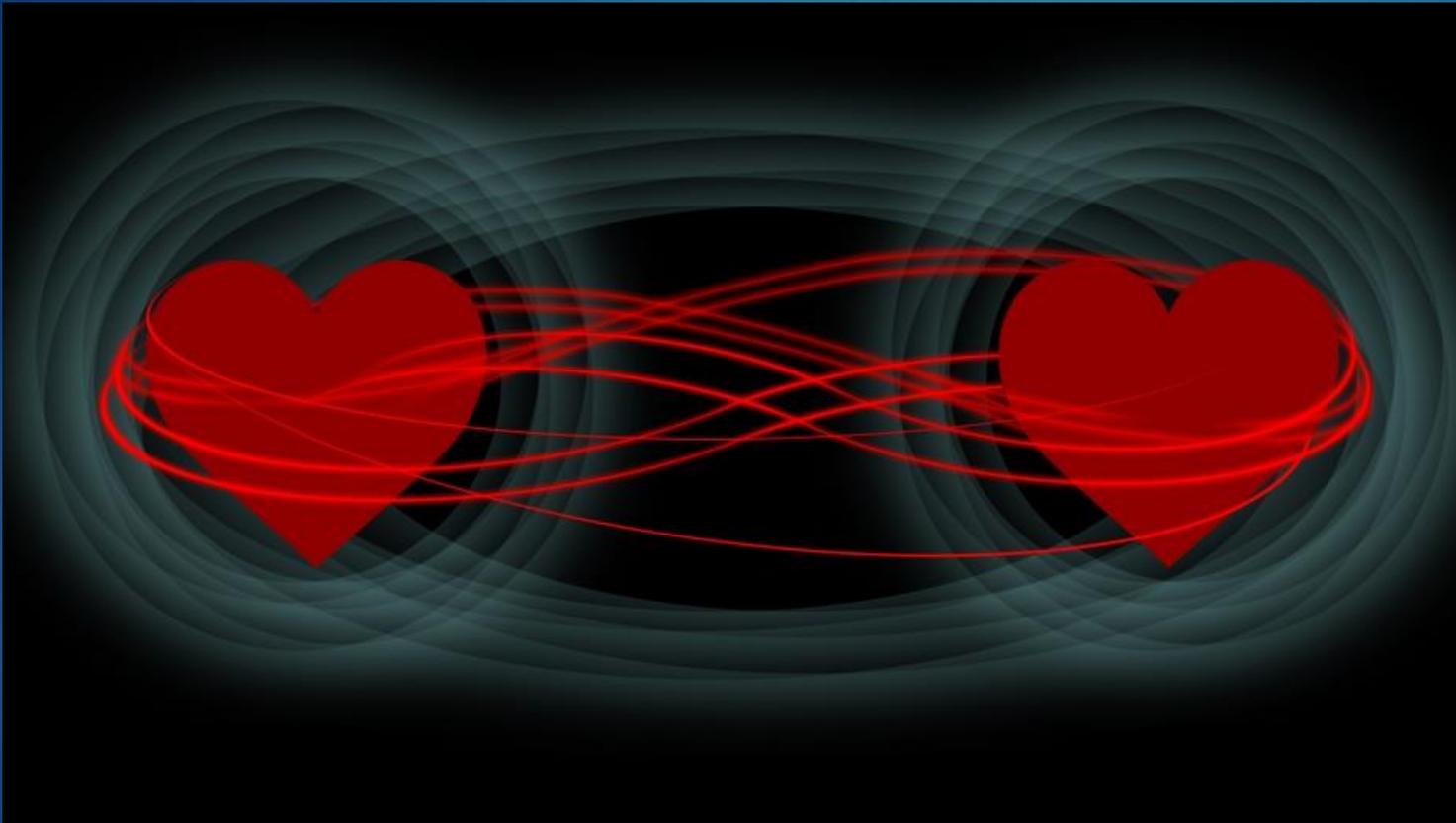
E infatti il «vuoto» della meccanica quantistica è pieno zeppo dei «campi» al loro stato fondamentale

Non solo, ma è sede di un oceano di «fluttuazioni quantistiche» spontanee

Inoltre, complice il principio di indeterminazione di Heisenberg, il «vuoto» è affollato di effimere particelle virtuali che violano le ordinarie leggi di conservazione...

... e l'«entanglement»?

15



La rivoluzione dei quanti - Angelo Tartaglia
18/02/2019

Quel che succede all'uno, l'altro lo sente «subito» a qualsiasi distanza si trovi: ... *magia?*

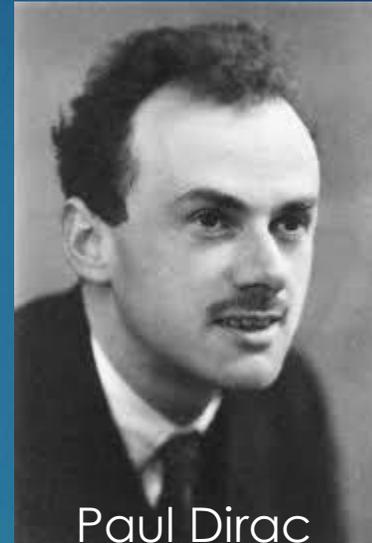
Come la mettiamo con la relatività?

16

Se lo spazio-tempo è piatto (niente interazione gravitazionale) i due paradigmi sono formalmente compatibili.

Se si include la gravitazione (spazio-tempo curvo) i due paradigmi risultano incompatibili.

Comunque rigoroso determinismo e prevedibilità solo in media non vanno d'accordo ... ma forse i molti mondi potrebbero riconciliarli.



“I think I can safely say that nobody understands quantum mechanics”

Richard Feynman

