

Ordine



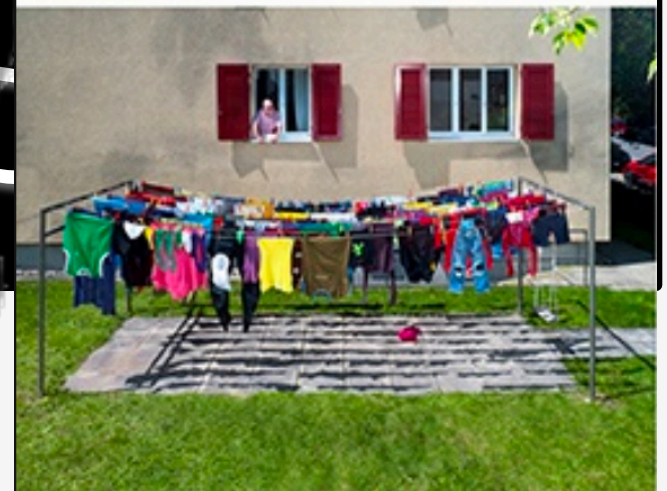
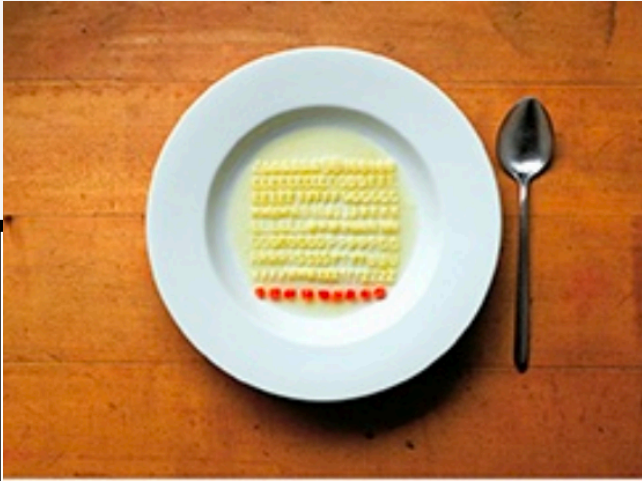
Disordine

Francesco Cirotto

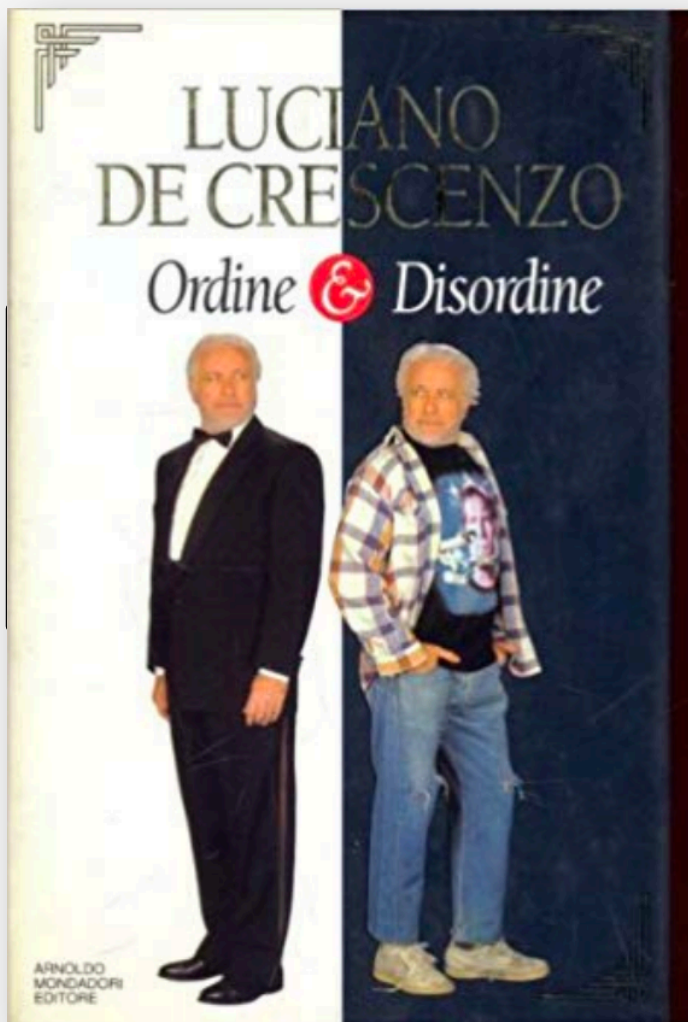
Dipartimento di Fisica "Federico II" e INFN Napoli

Elvira Rossi

Dipartimento di Ingegneria Industriale "Federico II" e INFN Napoli





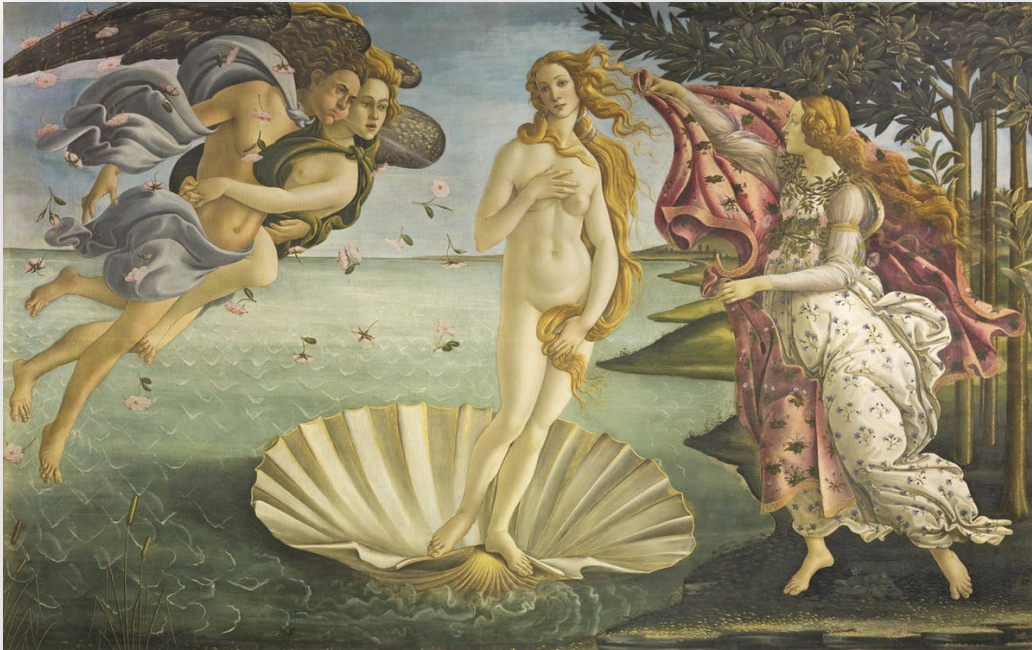


In Ordine e Disordine, Luciano De Crescenzo

svela
racchia
L'appu
diso
all'altro e rispettivamente all'altro
e all'altro valenza negativa o
positiva.

Disordine

Ordine e disordine nell'arte



La Nascita di Venere Sandro
Botticelli (1482-1485)

Ordine : Bello = Disordine : Brutto?

Les Femmes d'Alger (O. J.)
Pablo Picasso (1907)



"Perfetto Disordine"

Alessandro Siviglia (2018)

Il dipinto rappresenta la scrivania dell'artista in perfetto stato di disordine! Oggetti reali che nella mente dell'artista prendono vita e iniziano a fare quello che gli pare.



*I concetti di ordine e disordine affascinano tutti. C'è chi ama pensare a un ordine perfetto nelle cose e chi, invece, crede nell'opposto

*Come agisce la natura? Segue uno schema ben definito?

Ordine



Disordine

*I fenomeni macroscopici e quelli microscopici sono governati dalle stesse leggi?

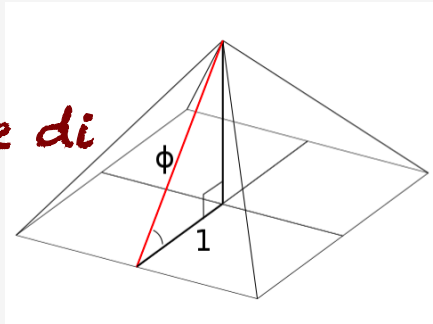
Ordine e disordine nell'arte e nella matematica

* Canone di Policleto

↳ "Un lavoro ben fatto è il risultato di numerosi calcoli che arrivano fino allo spessore di un capello"

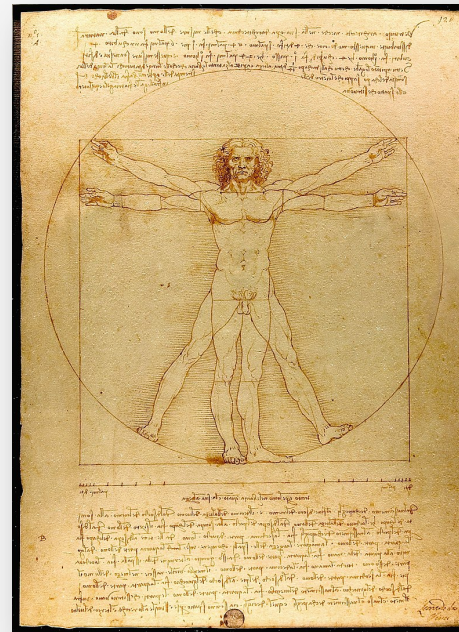
* Sezione aurea (anche detta costante di Fidìa) → 1,6180339887....

La piramide di Cheope...

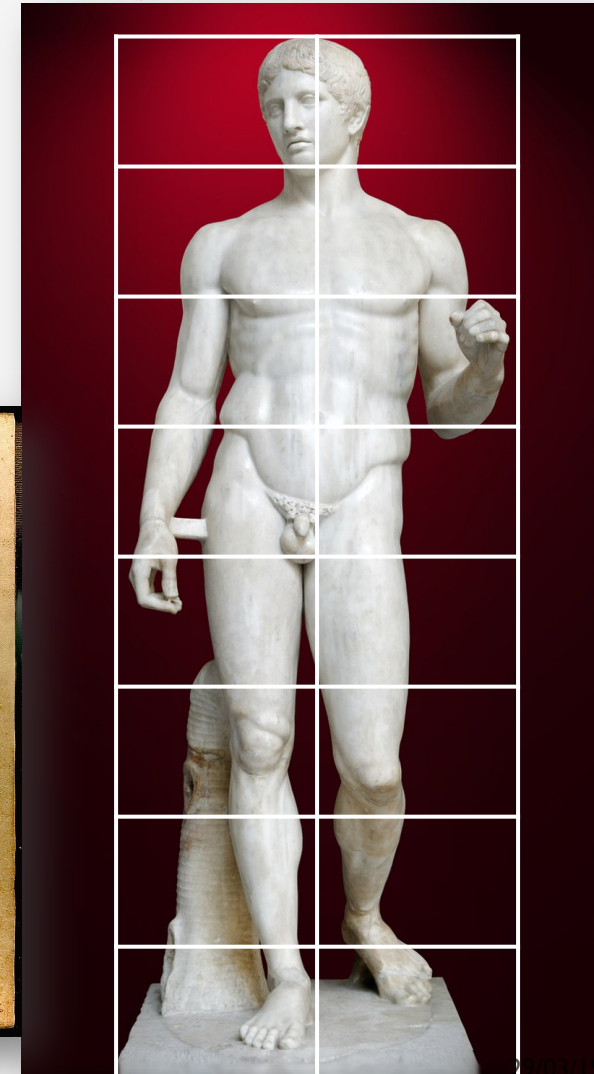


* Uomo vitruviano

↳ Perfetta armonizzazione tra Cielo (cerchio) e Terra (quadrato)



Il Doriforo - Policleto
~ V secolo a.C.



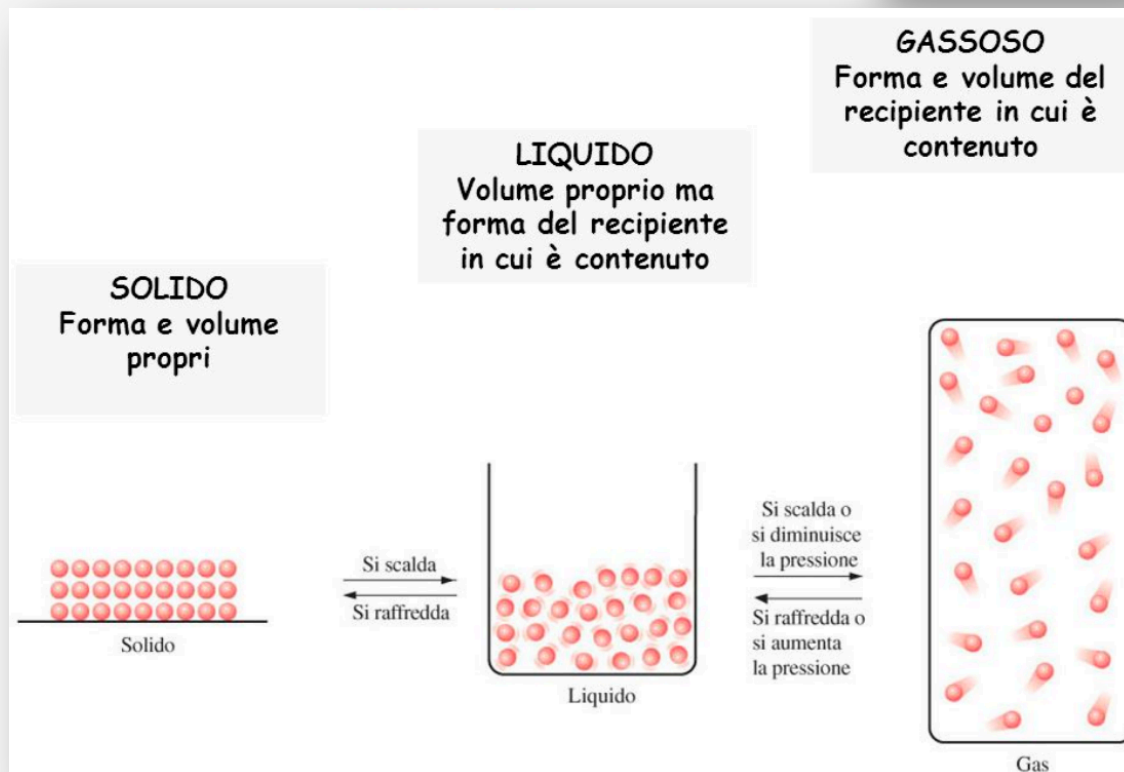
Ordine e disordine nella fisica

* A livello macroscopico sembra essere intuitiva la distinzione tra ordine e disordine

↳ Un liquido, un gas, la legge di gravità, le leggi di Newton



Is. Newton



Ordine e disordine nella fisica

* A livello macroscopico sembra essere intuitiva la distinzione tra ordine e disordine

↳ Un liquido, un gas, la legge di gravità, le leggi di Newton

* E nel mondo microscopico? Ordine e disordine sono meno antagonisti...sono entrambi necessari

↳ Ordine disordinato?

↳ Disordine ordinato?



Is. Newton



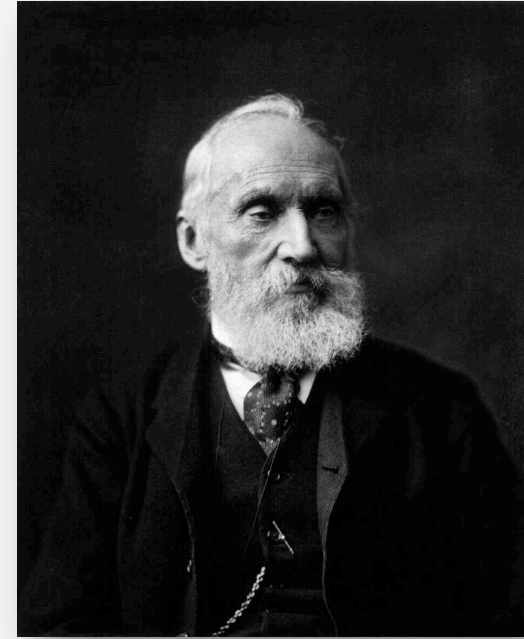
Kandinskij Composition VII (1913)

Meccanica Quantistica!

...le ultime parole famose!

"There is nothing new to be discovered in physics now. All that remains is more and more precise measurement."

Lord Kelvin, 1900

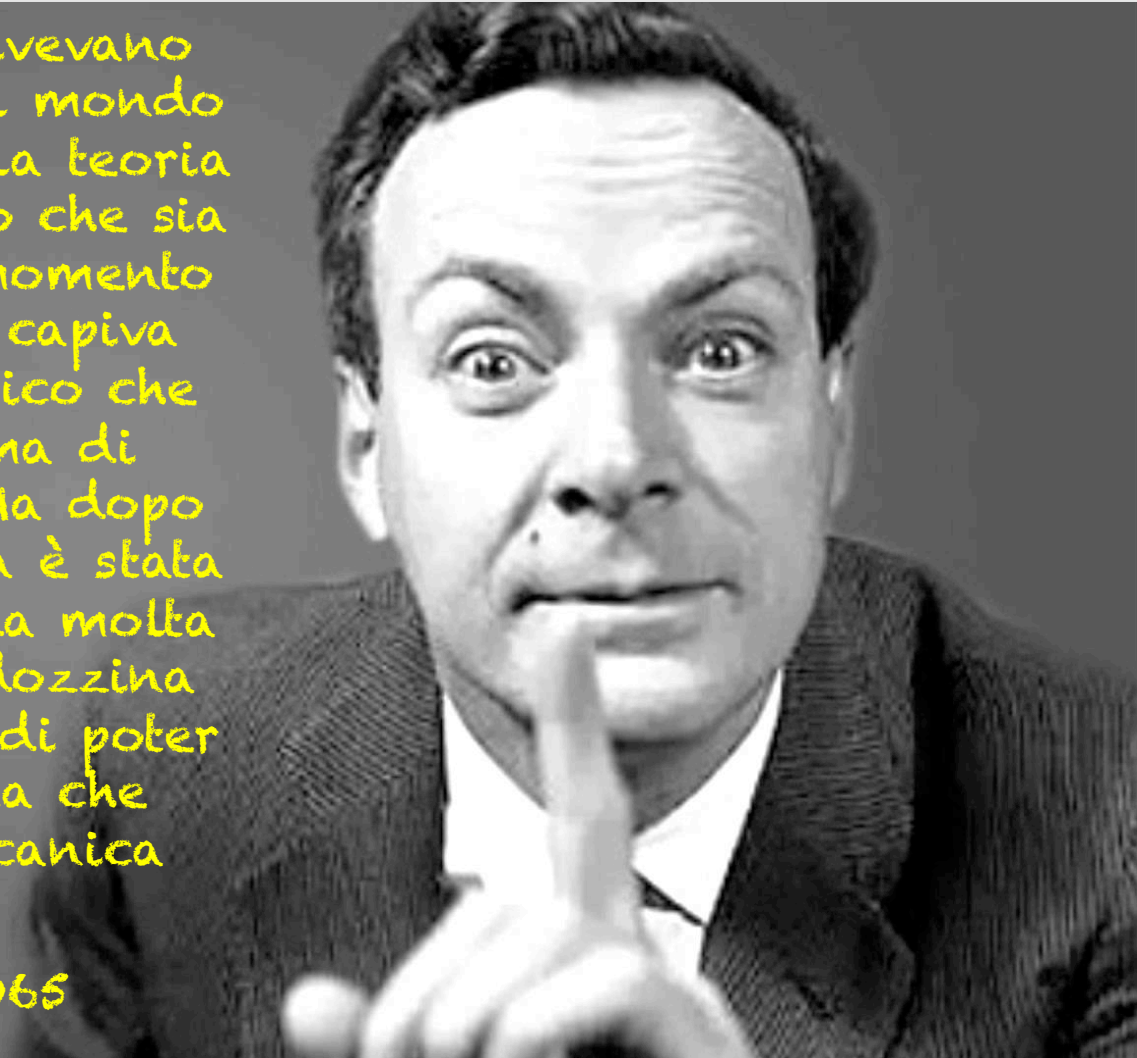


Nei 30 anni successivi si svilupparono una serie di teorie che costituiranno le fondamenta della Fisica Moderna:
Relatività e Meccanica Quantistica

La meccanica quantistica

"Un tempo i giornali scrivevano che solo dodici uomini al mondo erano in grado di capire la teoria della relatività. Non penso che sia vero. Forse c'è stato un momento in cui un uomo solo ne capiva qualcosa, perchè era l'unico che ci stava pensando, prima di scrivere il suo articolo. Ma dopo la pubblicazione, la teoria è stata in qualche modo capita da molta gente, certo più di una dozzina di persone. Invece penso di poter affermare con sicurezza che nessuno capisce la meccanica quantistica"

Richard Feynman, 1965



Energia infinita?

* Se provassimo a calcolare (classicamente) l'energia elettromagnetica all'interno di un forno (corpo nero) troveremmo infinito!

Un bello schiaffo
alla teoria classica!

«La Gioconda è così universalmente nota e ammirata da tutti che sono stato molto tentato di utilizzarla per dare scandalo. Ho cercato di rendere quei baffi davvero artistici.» (Marcel Duchamp)



Marcel Duchamp
L.H.O.O.Q.
(1919)

Energia infinita?

- * Se provassimo a calcolare (classicamente) l'energia elettromagnetica all'interno di un forno (corpo nero) troveremmo infinito!
- * L'energia si presenta in pacchetti ben precisi. Non è una quantità continua, ma discreta.
- * Lo scambio di energia tra gli atomi della cavità e la radiazione non avviene in modo continuo ma attraverso "pacchetti di energia", *i quanti*.

L'energia di ciascun quanto dipende dalla frequenza della radiazione:

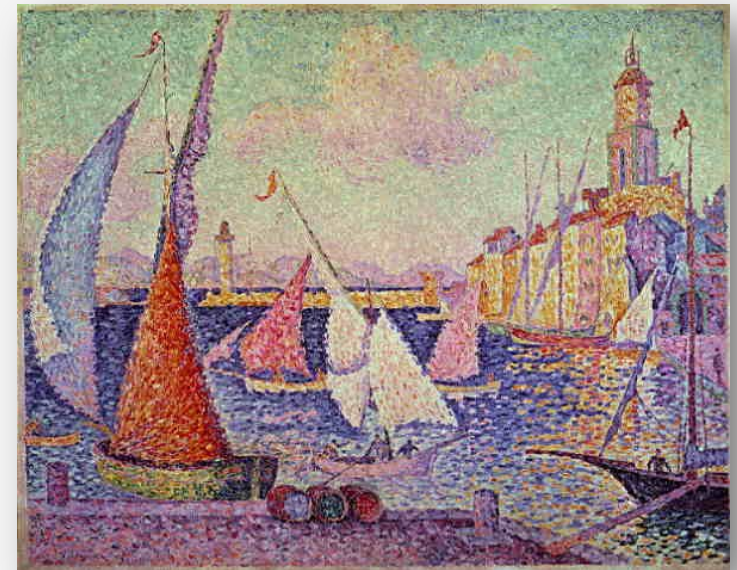
$$E = h\nu$$

Dove $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$ è la costante di Planck



George Seurat

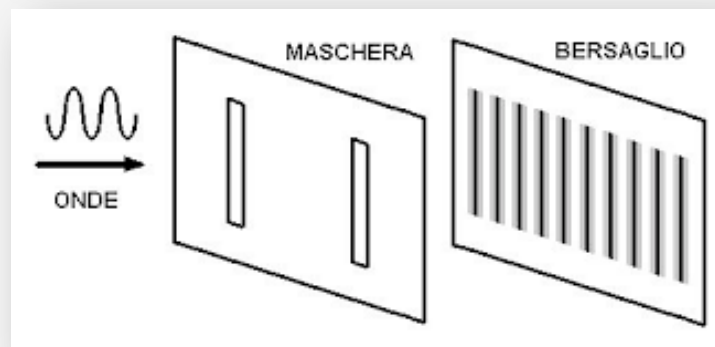
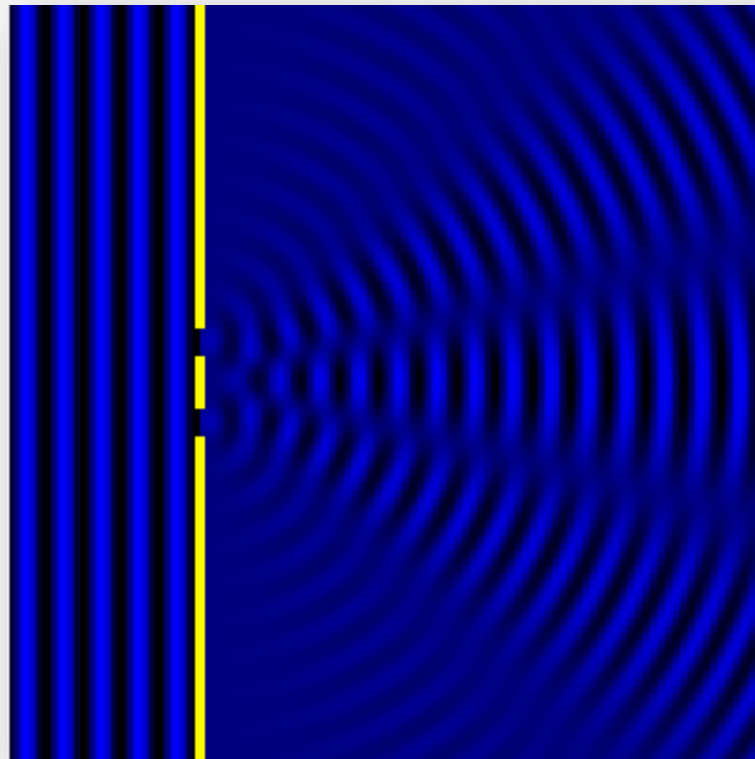
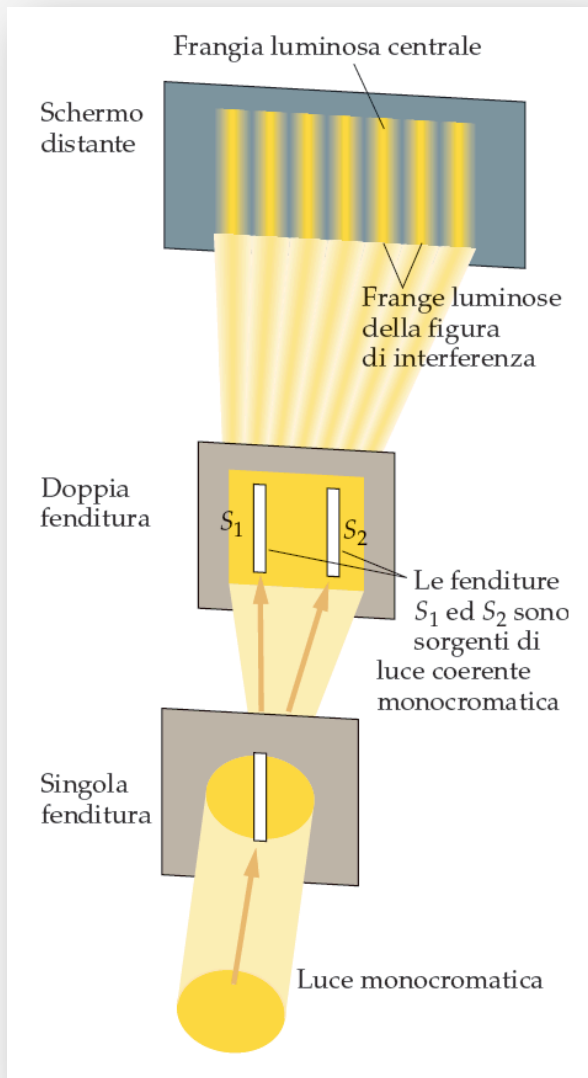
Una domenica pomeriggio all'isola della Grande-Jatte



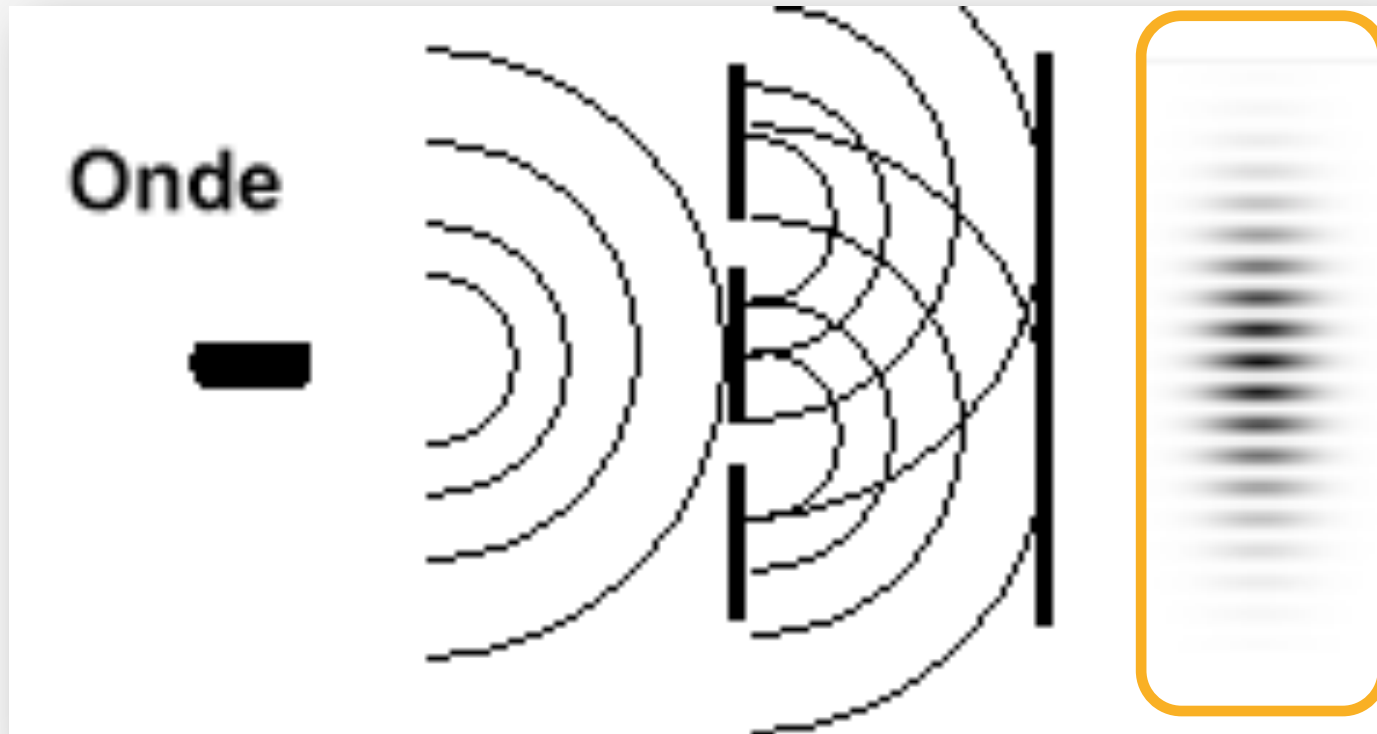
Paul Signac

Port de Saint-Tropez

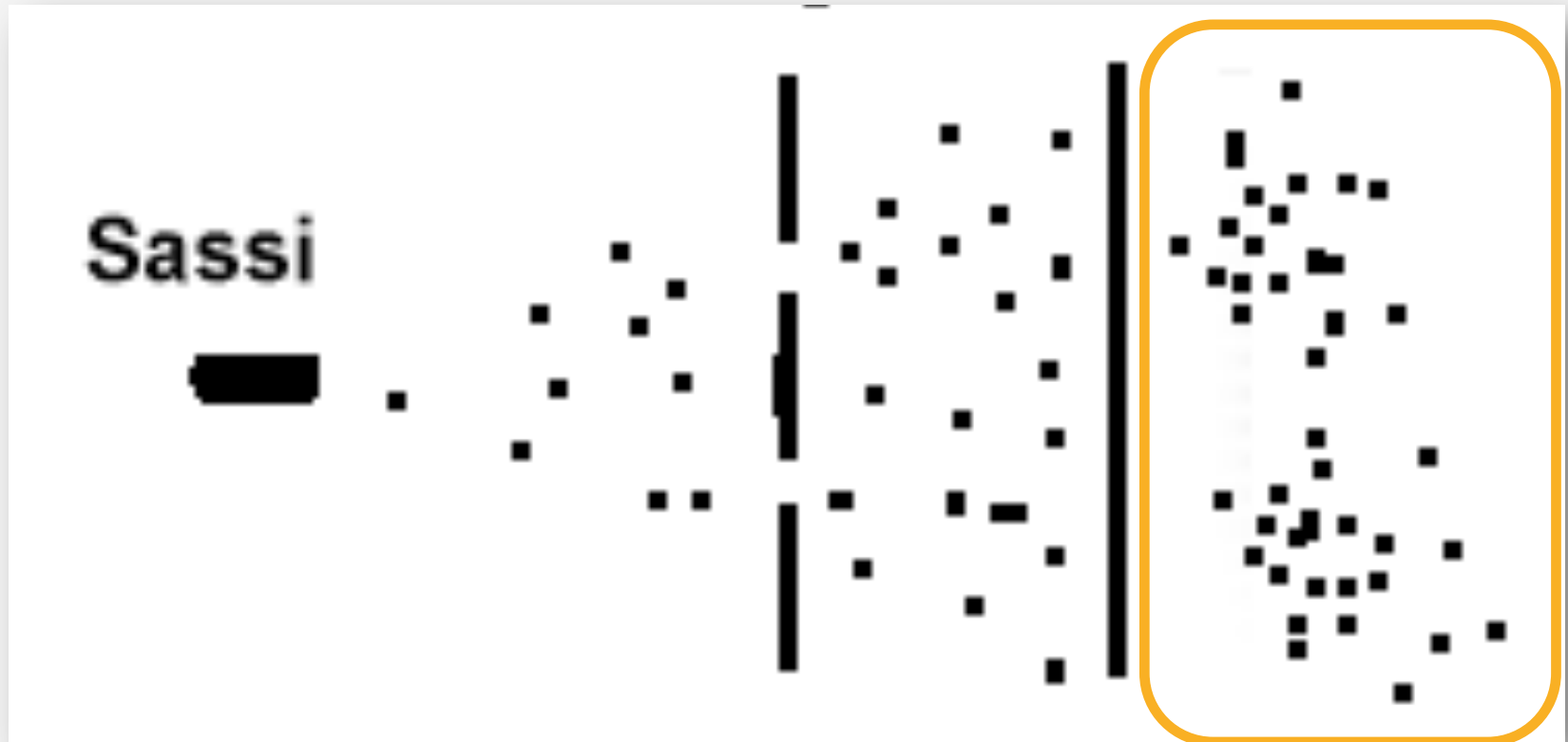
Esperimento della doppia fenditura



Onde elettromagnetiche



SASSI



ELETTRONI



ELETTRONI



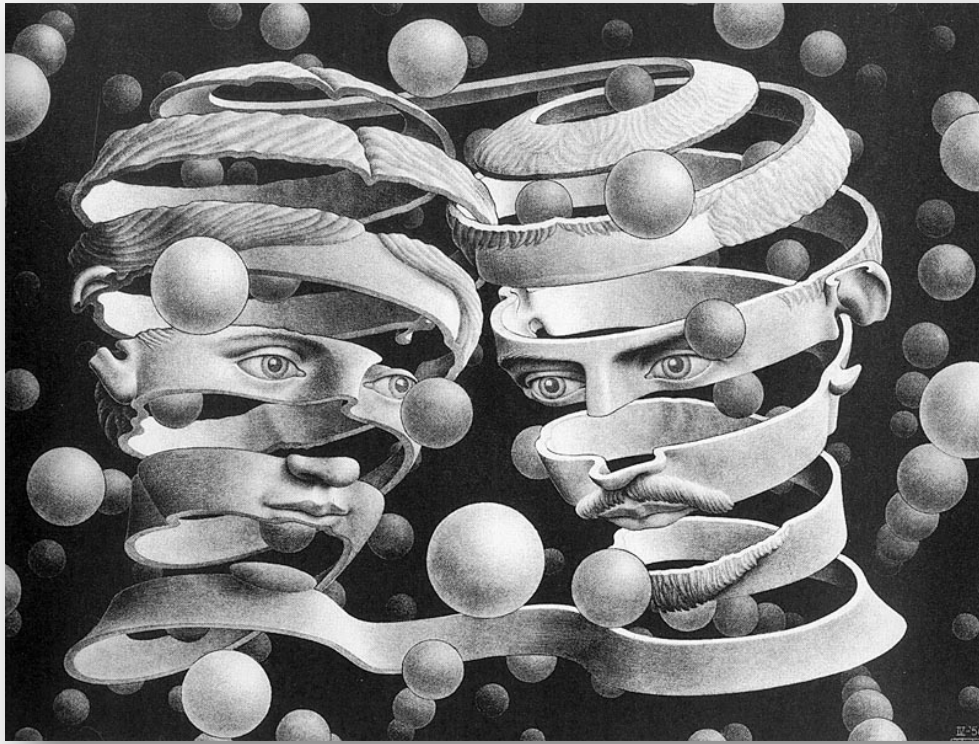
electron

Ceci n'est pas une pipe.

Esperimento della doppia fenditura



Onde e particelle: Energia e Materia



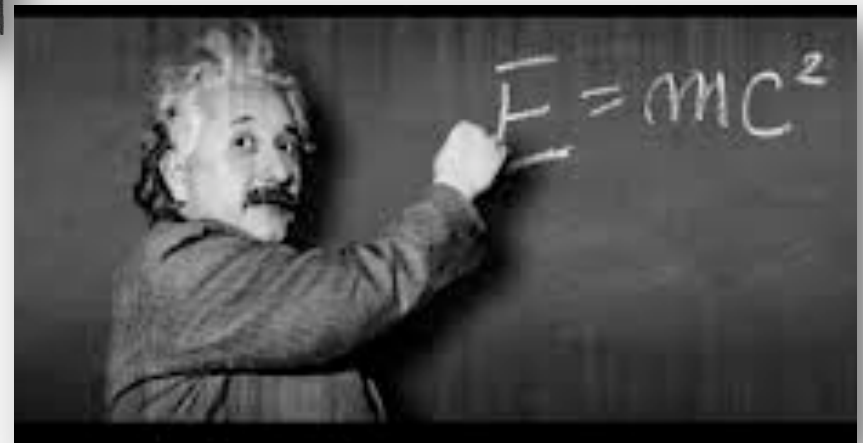
Maurits Cornelis Escher
Vincolo d'unione (1956)

«Mi sento spesso più vicino ai matematici che ai miei colleghi artisti» Escher

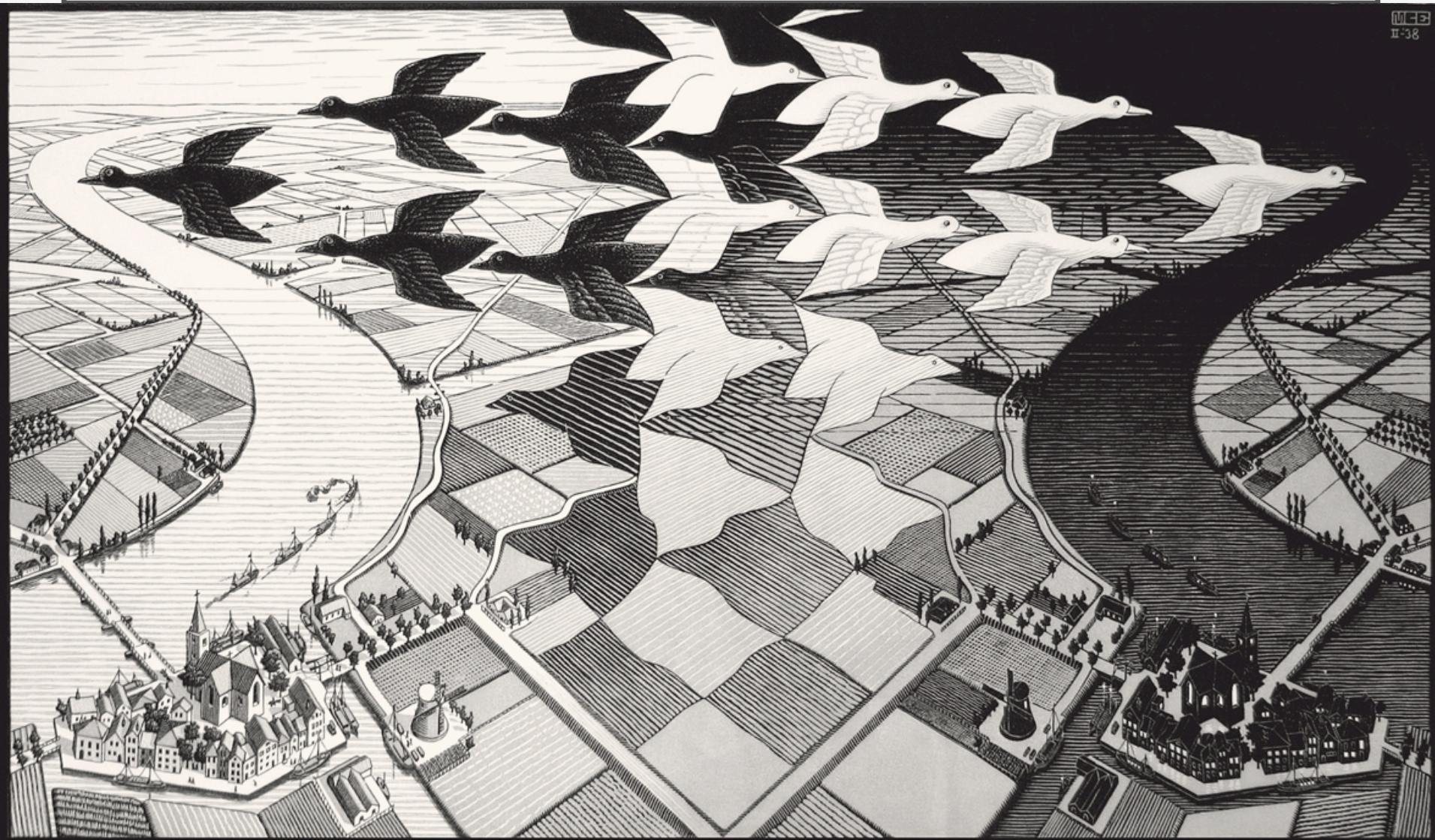
«Non una volta mi diedero una sufficienza in matematica ... La cosa buffa è che, a quanto pare, io utilizzo teorie matematiche senza saperlo. No, ero un ragazzo gentile e un po' stupido a scuola.

Immaginatevi adesso che i matematici illustrano i loro libri con i miei quadri! E io che vado in giro con gente colta quasi fossi loro fratello o collega. Non riescono neppure a immaginarsi che io non ne capisco nulla»

(Maurits Cornelis Escher)



Onde e particelle: Energia e Materia



Maurits Cornelis Escher
Giorno e notte (1938)

Dualismo onda-particella

Nella realtà quotidiana non ci accorgiamo minimamente di questa doppia natura della materia, perchè le masse sono enormemente più grandi rispetto alle particelle

fotone



$$E = 2,07 \text{ eV}$$
$$v = 300000 \text{ km/s}$$



$$\lambda = 600 \text{ nm}$$

elettrone



$$m \sim 10^{-28} \text{ g}$$
$$v = 5000 \text{ km/h}$$



$$\lambda = 523 \text{ nm}$$

palla da tennis



$$m = 50 \text{ g}$$
$$v = 100 \text{ km/h}$$



$$\lambda \sim 10^{-25} \text{ nm}$$

Onde di materia

La formalizzazione matematica della teoria quantistica avvenne con Erwin Schrodinger, che nel 1926 formula un'equazione che descrive l'evoluzione temporale di un sistema quantistico.

* Simile all'equazione delle onde

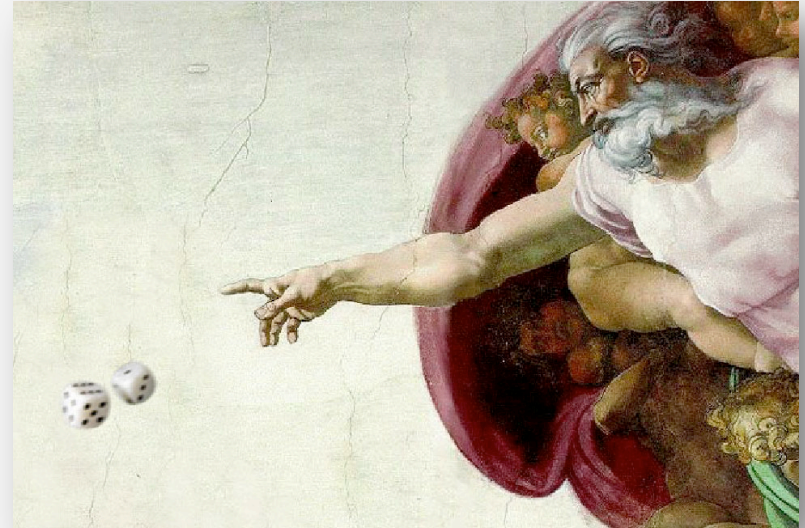
* Onde di materia?

* Che informazioni ottengo da questa equazione?

$$\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \psi_m + (E - V) \psi_m = 0$$

L'interpretazione probabilistica

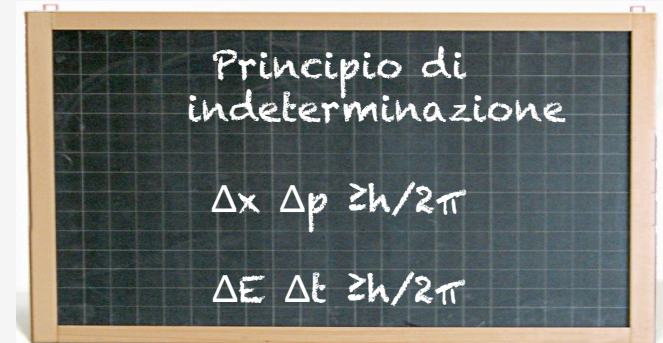
- * Pensare ad onde di materia, non è una cosa molto facile!
- * La funzione d'onda, "l'incognita" dell'equazione di Schrodinger assunse grazie a Max Born un significato probabilistico
- * L'onda di un elettrone deve essere interpretata in termini probabilistici, possiamo solo assegnare all'elettrone la probabilità di trovarsi in un dato punto dello spazio (orbitali?)



Il principio di indeterminazione

Se ripensiamo all'esperimento della doppia fenditura con gli elettroni (ma anche i fotoni), abbiamo visto che se vogliamo sapere da quale fenditura passa la particella distruggiamo la figura di interferenza

- * In qualche modo interferiamo con l'esperimento, cambiandone lo stato!
- * Per "vedere" un elettrone ci serve la luce, dunque alteriamo il suo stato di moto



"Non è possibile misurare contemporaneamente e con arbitraria precisione velocità e posizione di un corpo, oppure energia e tempo"

1933

Effetto tunnel



Il gatto di Schrodinger



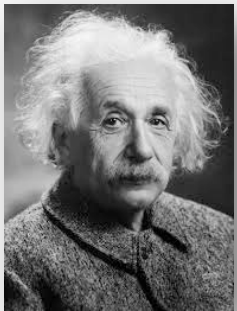
René Magritte
Il figlio dell'uomo (1964)

"Si possono anche costruire casi del tutto burleschi. Si rinchioda un gatto in una scatola d'acciaio insieme alla seguente macchina infernale (che occorre proteggere dalla possibilità d'essere afferrata direttamente dal gatto): in un contatore Geiger si trova una minuscola porzione di sostanza radioattiva, così poca che nel corso di un'ora forse uno dei suoi atomi si disintegrerà, ma anche, in modo parimenti probabile, nessuno; se l'evento si verifica il contatore lo segnala e aziona un relais di un martelletto che rompe una fiala con del cianuro. Dopo avere lasciato indisturbato questo intero sistema per un'ora, si direbbe che il gatto è ancora vivo se nel frattempo nessun atomo si fosse disintegrato, mentre la prima disintegrazione atomica lo avrebbe avvelenato. La funzione dell'intero sistema porta ad affermare che in essa il gatto vivo e il gatto morto non sono degli stati puri, ma miscelati con uguale peso"



La fine del determinismo

Il principio di indeterminazione ha risvolti filosofici di enorme portata. Per molti, questa conclusione era inaccettabile



*"Non credo che Dio abbia scelto di giocare a dadi con l'universo"
"Veramente lei è convinto che la Luna esista solo se la si guarda?"*

"Einstein, smettila di dire a Dio cosa fare con i suoi dadi"



"Einstein sbagliò quando disse: «Dio non gioca a dadi». La considerazione dei buchi neri suggerisce infatti non solo che Dio gioca a dadi, ma che a volte ci confonda gettandoli dove non li si può vedere"

La fine del determinismo



René Magritte
Decalcomania



I miei amici: Scusa per il disordine



Io: scusa per il disordine



La verità emerge più facilmente
dall'errore che dalla confusione

