



QED & POTENZIALI  
VETTORI: ENTI  
«ESOTERICI» DI  
RIEMPIMENTO O FUNZIONI  
FONDAMENTALI DELLA  
NATURA

---

Vincenzo Vespri  
Università di Firenze

## LA FISICA COME ALLEANZA TRA ESOTERISMO E VERIFICA

Nella storia della fisica — e più in generale della scienza — convivono due anime:

- **una anima esoterica**, visionaria, che osa guardare oltre ciò che è dimostrabile;
- **una anima metodica**, che chiede alla natura una conferma, un riscontro, un “sì” o un “no”.

Non è un caso che molti passi avanti cruciali nascano da intuizioni che, al tempo della loro formulazione, sembravano pura fantasia: dall'atomo di Democrito ai mondi paralleli di Everett, dal campo elettromagnetico di Faraday alle matrici di Heisenberg.



**La teoria degli universi paralleli suggerisce infiniti universi come il nostro, ognuno derivante da diverse scelte e possibilità.**

La scoperta della legge di gravitazione universale non nacque soltanto dal rigore matematico di Newton, ma anche dalla sua profonda visione esoterica e alchemica. Newton vedeva l'universo come un organismo vivente, attraversato da forze occulte che legano ogni cosa: ciò lo portò a intuire che la stessa "attrazione" che gli alchimisti cercavano nella natura fosse una proprietà universale della materia. L'idea che il cosmo fosse governato da corrispondenze invisibili, da armonie segrete, gli diede il coraggio di formulare una legge audace e rivoluzionaria, trasformando una visione simbolica in una teoria fisica verificabile.





Albert Einstein parlava di *“intuizioni che vengono da qualche mistero”*. Dirac sosteneva che *“è più importante che un’equazione sia bella piuttosto che sia vera”*, perché la bellezza matematica è spesso un indizio profondo di consistenza concettuale.

Potremmo dire che la fisica ha bisogno di un **atteggiamento esoterico nel senso originario del termine**: non superstizione, ma capacità di guardare oltre la soglia del visibile, di accogliere ciò che ancora non può essere provato.

Ma subito dopo, la fisica deve chiedere  
alla realtà di presentare il conto.

Questa dialettica — visione e verifica —  
è il filo conduttore della storia della  
**Quantum Electrodynamics**, la più precisa  
teoria mai formulata dall'umanità, e  
anche della proposta non ortodossa di  
**Giuliano Preparata** sul ruolo fisico del  
potenziale vettore.



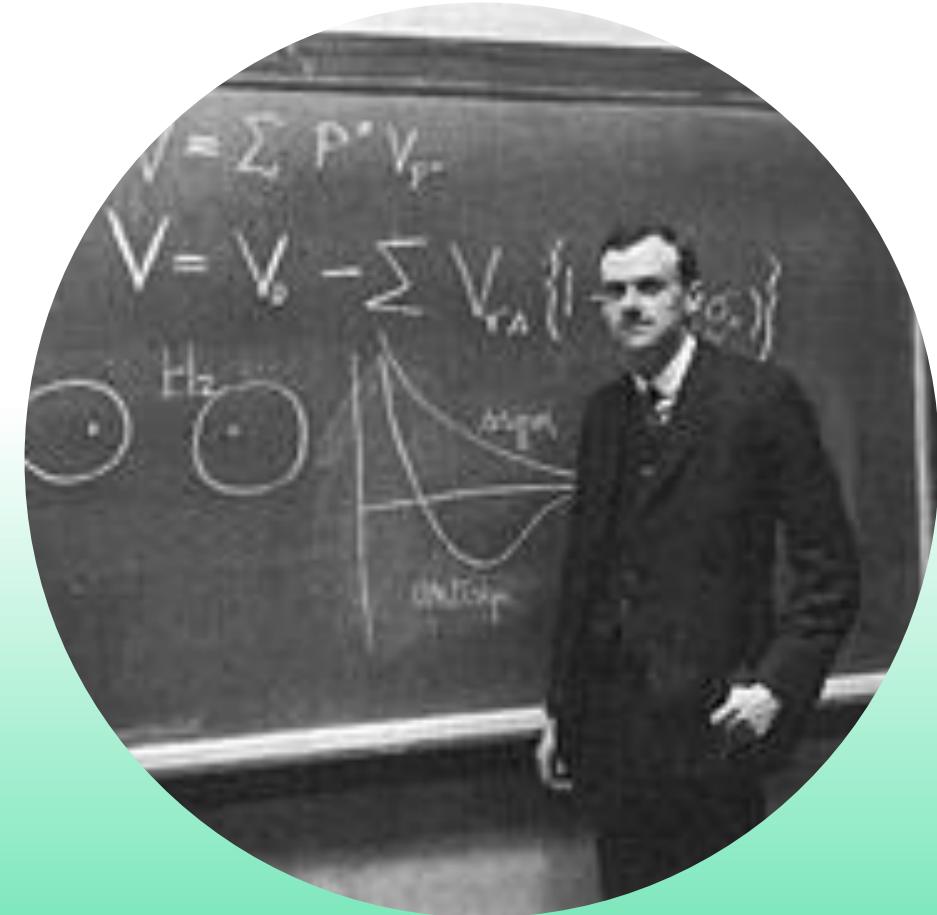
# QUANTUM ELECTRODYNAMICS: QUANDO LA BELLEZZA MATEMATICA DIVENTA PRECISIONE FISICA

La QED nasce da una serie di intuizioni visionarie:

**Dirac** cerca un'equazione “bella” che unisca meccanica quantistica e relatività.

Ne nasce la sua famosa equazione, che per simmetria matematica *prevede* l'esistenza dell'antimateria. Non era un risultato sperimentale: era una *necessità estetica*. Eppure era reale.

**Feynman, Schwinger e Tomonaga** sviluppano, ciascuno con un linguaggio diverso, una teoria quantistica dell'interazione elettromagnetica basata su campi, particelle virtuali e diagrammi. Anche qui, l'immaginazione è indispensabile: particelle che appaiono e scompaiono, integrali su storie impossibili, fluttuazioni del vuoto.



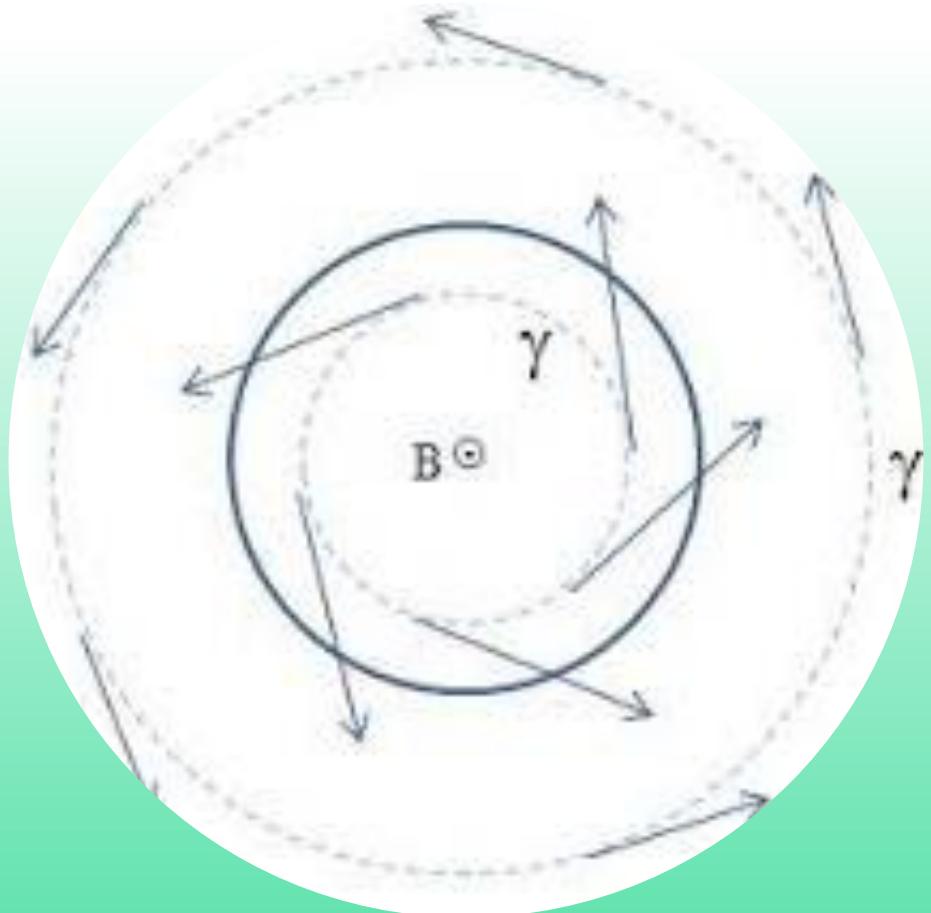
- La bellezza dell'impianto teorico è tale che la QED diventa la teoria più verificata della storia.

L'anomalia magnetica dell'elettrone è predetta con una precisione di **dodici cifre significative**.

La QED dimostra così che **immaginazione radicale + rigore matematico** possono condurre al più solido edificio sperimentale mai costruito.



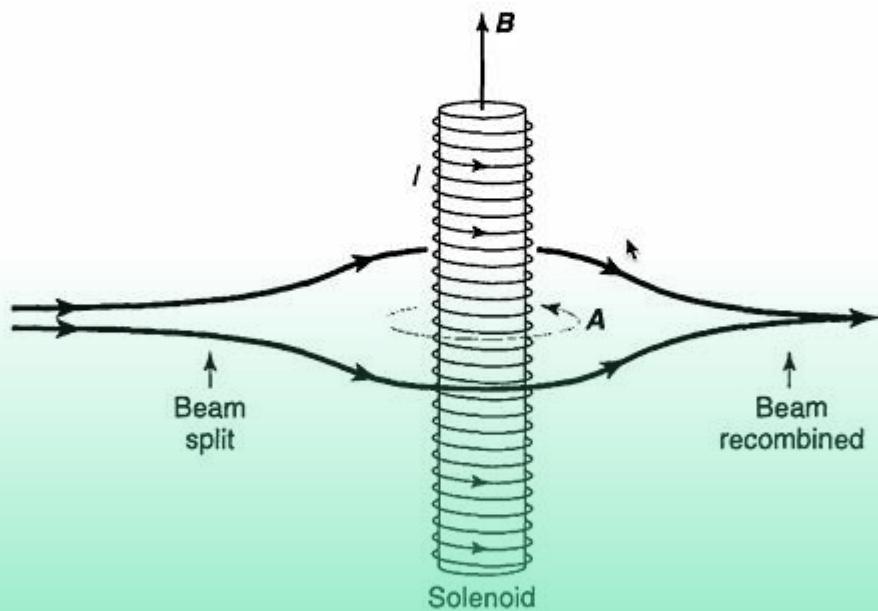
## IL POTENZIALE VETTORE: DA QUANTITÀ AUSILIARIA A ENTITÀ FISICA



Nella formulazione classica dell'elettromagnetismo, il **potenziale vettore  $\mathbf{A}$**  è un oggetto spesso considerato “non fisico”. Ciò che conta davvero — secondo l’interpretazione standard — sono i campi:

$$\mathbf{E} = - \nabla \varphi - \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t}, \quad \mathbf{B} = \nabla \times \mathbf{A}$$

Aharonov and Bohm proposed an experiment in which beam of electrons is split into two and passes either side of a long solenoid before being recombined



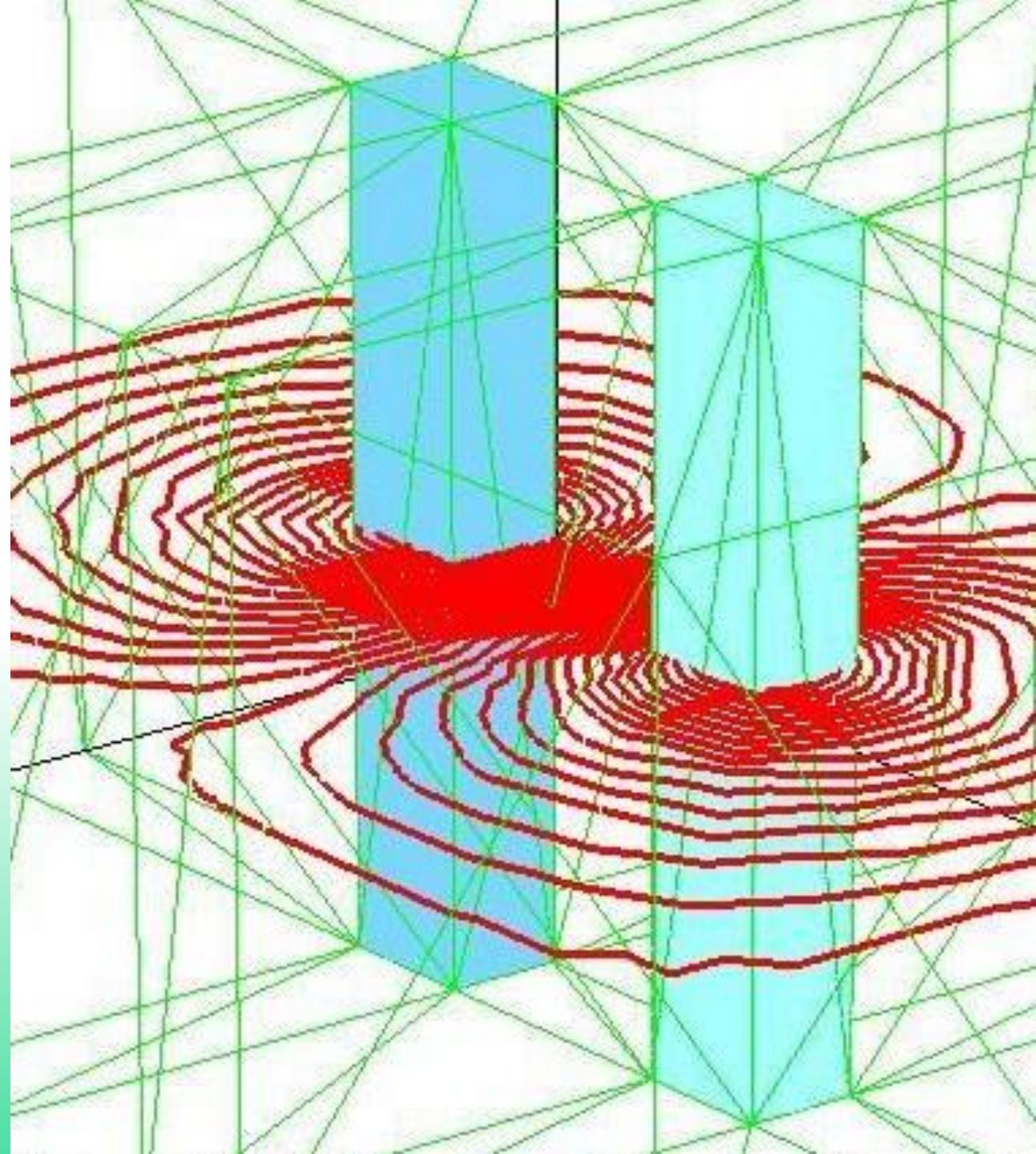
The electron beam splits, with half passing either side of a long solenoid.

Ma nel XX secolo succede qualcosa di rivoluzionario:

L'effetto Aharonov-Bohm (1959) che mostra che, in meccanica quantistica, una particella può essere influenzata dal **potenziale vettore** anche in regioni dove i campi elettrico e magnetico sono **nulli**. Nell'esperimento classico, un fascio di elettroni viene diviso in due percorsi che circondano un solenoide: all'esterno non ci sono campi, ma il potenziale elettromagnetico modifica comunque la **fase** delle funzioni d'onda. Quando i due fasci si ricombinano, l'interferenza risulta spostata. Questo dimostra che il potenziale ha **realtà fisica** e non è solo un artificio matematico, rivelando un aspetto profondamente non locale della teoria quantistica.

Le particelle quantistiche possono quindi risentire del potenziale vettore anche dove i campi **E** e **B** sono nulli. Non più un artificio matematico: **A** ha effetti fisici misurabili.

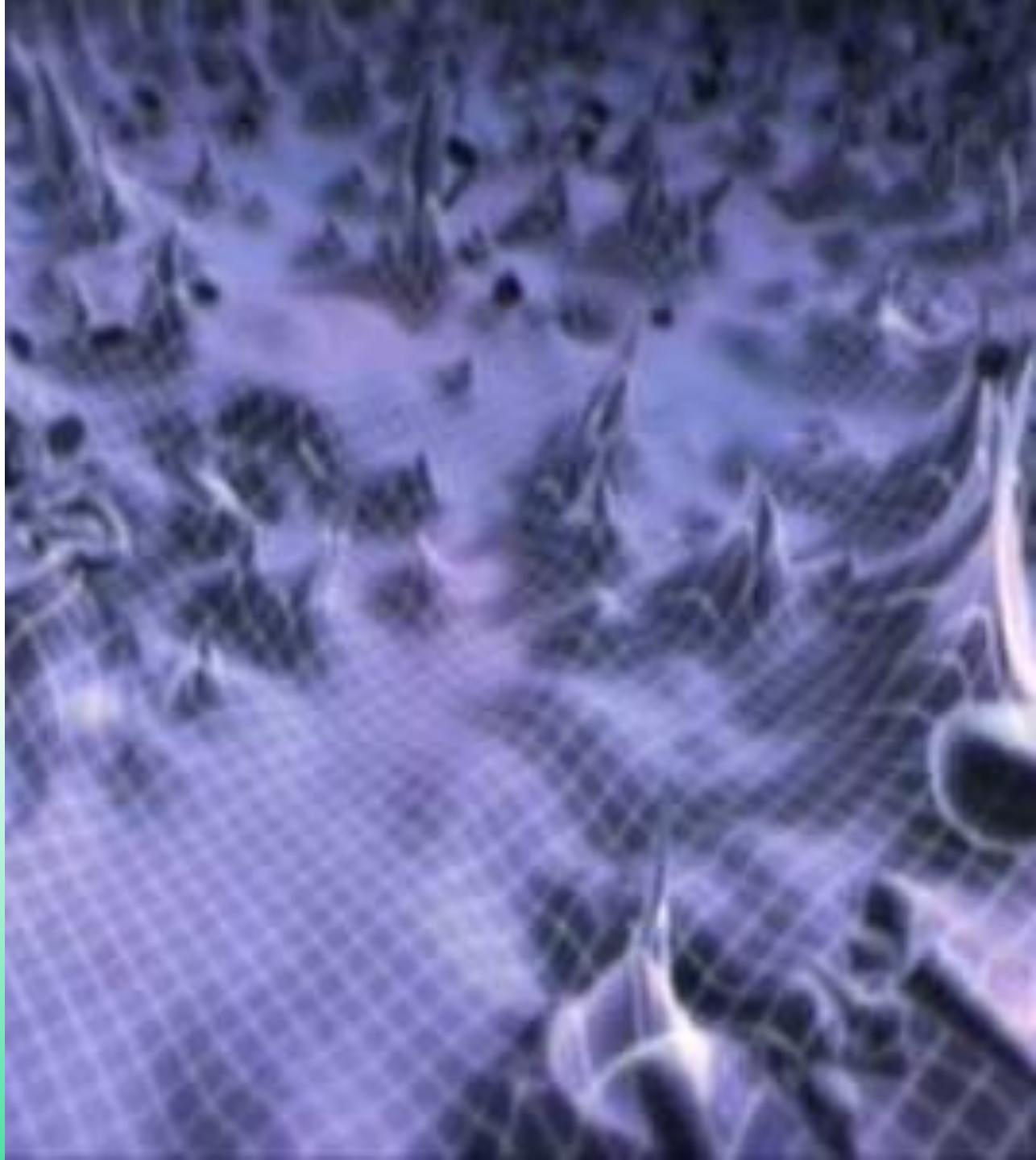
In QED, il potenziale quadrivettore  $A^\mu$  è l'entità fondamentale. I fotoni sono quanti di  $A^\mu$ , non dei campi **E** e **B**.



## GIULIANO PREPARATA: COERENZA DEL VUOTO E FISICA DEL POTENZIALE VETTORE

Giuliano Preparata attribuisce al potenziale vettore un ruolo ancora più profondo:

- Secondo Preparata:
- Il vuoto quantistico non è un mero sfondo, ma una struttura coerente.  
In analogia con il laser — un sistema di oscillatori in fase — la materia condensata potrebbe entrare in stati di coerenza guidati dal potenziale vettore.
- Il potenziale vettore ha una realtà fisica forte: non solo influenza la fase delle funzioni d'onda (come nell'effetto Aharonov–Bohm), ma può stabilizzare stati collettivi della materia.



Fenomeni come la coerenza dell'acqua, la bassa energia nucleare, le oscillazioni collettive potrebbero essere spiegati attraverso campi vettoriali che assumono configurazioni non perturbative. Ricordiamo che la **coerenza dell'acqua** indica la formazione di domini in cui le molecole oscillano all'unisono grazie all'interazione col campo elettromagnetico, creando proprietà collettive diverse dall'acqua ordinaria. La **bassa energia nucleare** (LENR) si riferisce all'idea che reazioni nucleari possano avvenire a energie molto inferiori a quelle previste dalla fisica standard, forse mediata da stati coerenti della materia. Le **oscillazioni collettive** descrivono fenomeni in cui molte particelle si comportano come un unico sistema quantistico, dando origine a effetti macroscopici simili a quelli dei laser o dei superconduttori.





GIULIANO PREPARATA

# DAI QUARK AI CRISTALLI

BREVE STORIA DI UN LUNGO VIAGGIO DENTRO LA MATERIA

L'approccio di Preparata è radicale: recupera l'intuizione di Feynman secondo cui il potenziale  $A^\mu$  è la vera entità fisica, e la porta in territori inesplorati.

È un esempio perfetto di **scienza visionaria**, non lontana dall'esoterismo nel suo senso più alto: cercare livelli profondi della realtà che non appaiono immediatamente.

## IL PUNTO CRITICO: UN'IDEA BELLA NON BASTA

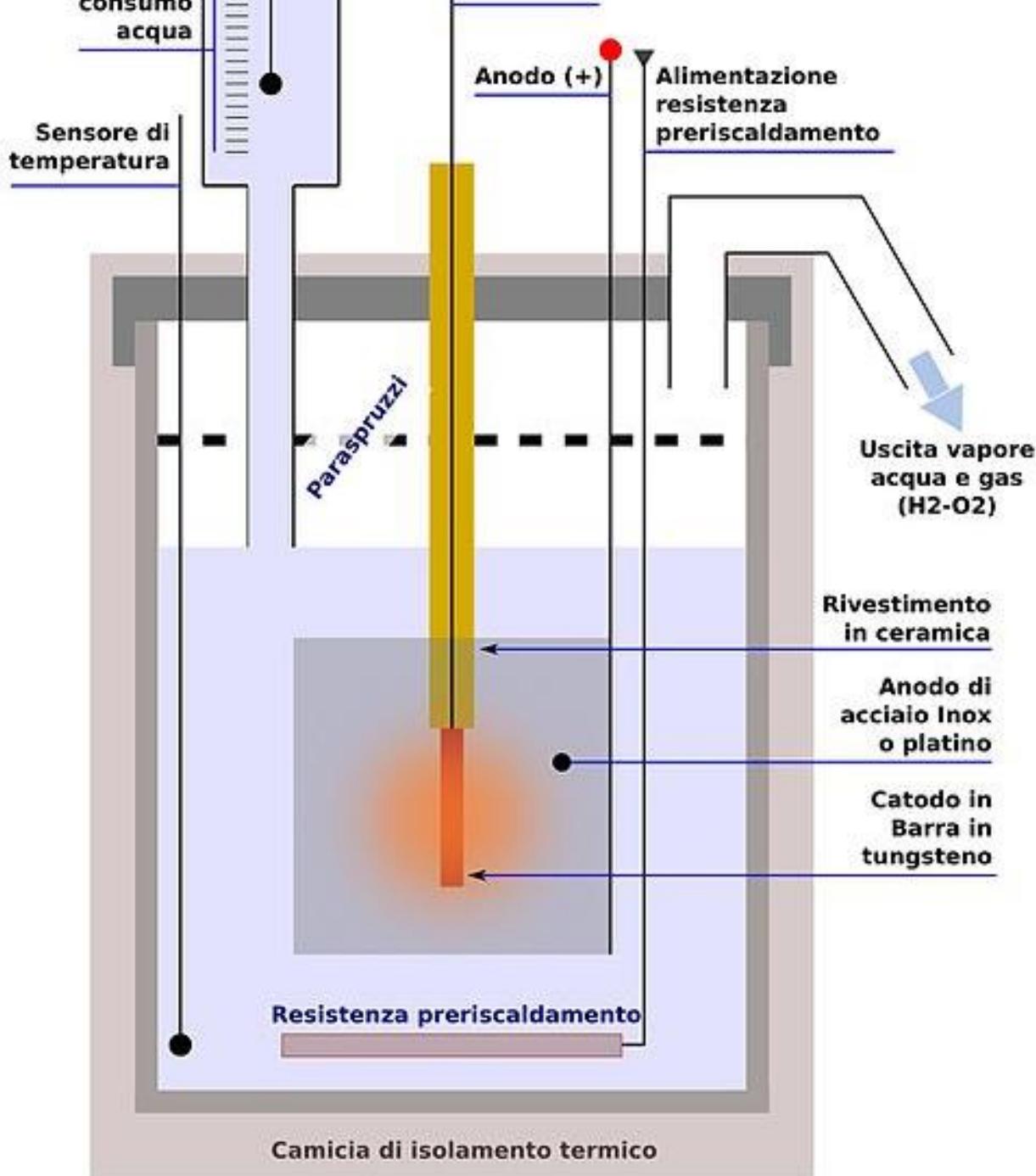
E qui torniamo al tema iniziale.

Dirac diceva che *“un'equazione bella ha più probabilità di essere vera”*.

Ma subito dopo aggiungeva che **solo la natura decide**.

Il lavoro di Preparata ha generato entusiasmo, dibattito, ma anche critiche:

- alcune sue previsioni sulla coerenza dell'acqua non hanno trovato conferme universali;
- le ipotesi sulle reazioni nucleari a bassa energia restano controverse;
- la comunità scientifica richiede verifiche sperimentali più robuste.

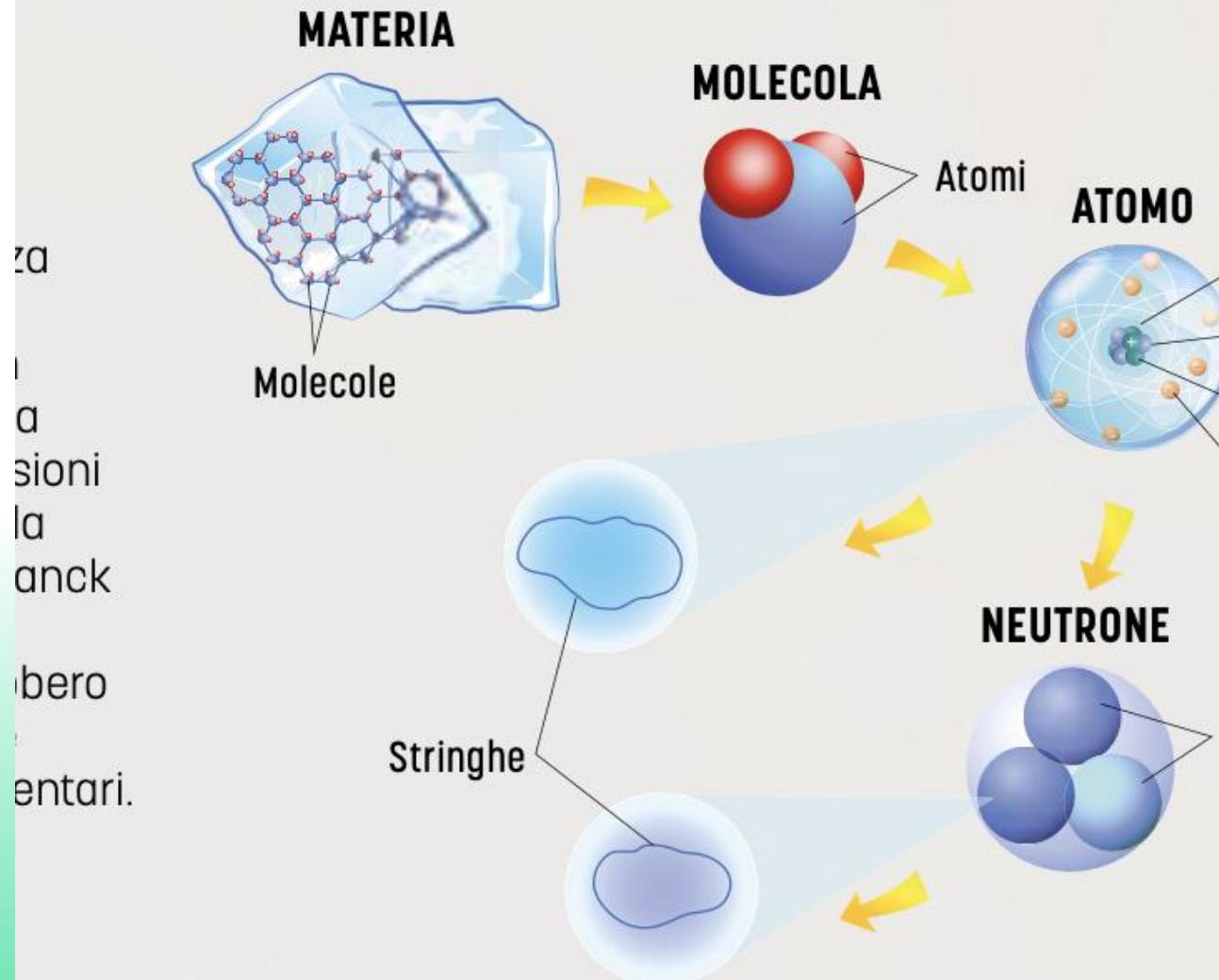


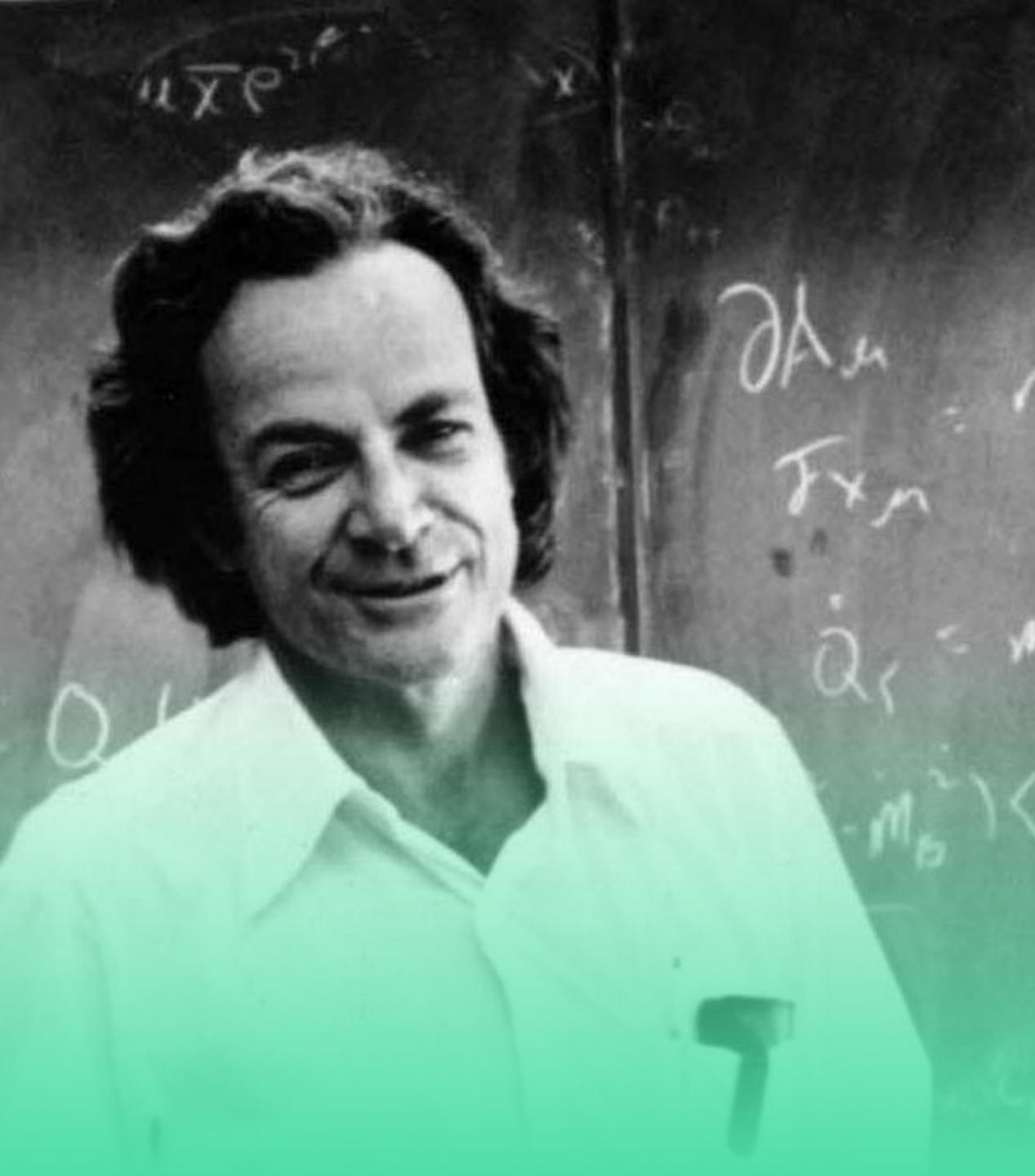
# più piccola scala possibile

Questo non riduce il valore delle sue intuizioni: significa semplicemente che, come accade a tutte le idee nuove, devono attraversare il vaglio della realtà.

La storia della fisica è piena di casi in cui:

- idee meravigliose sono rimaste speculative (teoria delle stringhe?),
- idee sorprendenti ma fondate hanno trionfato (relatività, QED, Higgs).





## CONCLUSIONE: VISIONE E VERIFICA, LE DUE ALI DELLA FISICA

La lezione che possiamo trarre è duplice:

**La fisica ha bisogno di audacia.**

Senza l'intuizione quasi “esoterica” di Dirac, non avremmo il positrone.

Senza l’immaginazione grafica di Feynman, non avremmo la QED.

Senza il coraggio concettuale di Preparata, non avremmo domande nuove sulla coerenza quantistica nella materia.

**La fisica ha bisogno di verifica.**

Il mondo non si piega alle nostre idee, nemmeno alle più belle.

Come diceva Feynman: *“La realtà non è obbligata a essere comprensibile, ma noi siamo obbligati a misurarla.”*

L'equilibrio tra **immaginazione visionaria** e **rigore empirico** è ciò che consente alla scienza di avanzare.

In questo senso, l'esoterismo — inteso come ricerca del nascosto — non è il contrario della scienza:

è il suo motore.

La verifica è il suo timone.

