

# Vincere un Nobel per la fisica con i disegni

Gianluigi Filippelli

Liceo "C. Cavalleri", Parabiago (Milano). 09/02/2018

# Richard Feynman



# Richard Feynman

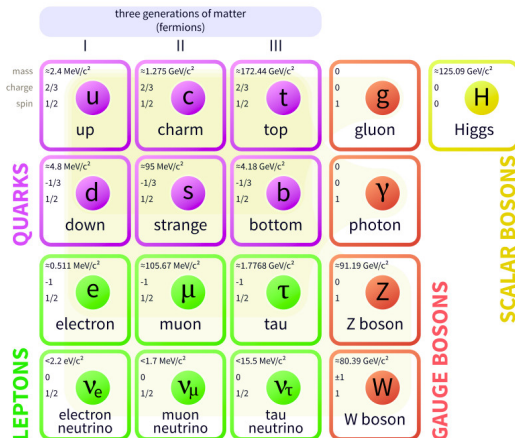
**Dal punto di vista del buon senso l'elettrodinamica quantistica descrive una Natura assurda. Tuttavia è in perfetto accordo con i dati sperimentali. Mi auguro quindi che riusciate ad accettare la Natura per quello che è: assurda.**

*- da QED. La strana teoria della luce e della materia*



# La famiglia delle particelle elementari

## Standard Model of Elementary Particles



# Le interazioni fondamentali

- 1 Interazione forte
- 2 Interazione elettromagnetica
- 3 Interazione debole
- 4 Interazione gravitazionale

# Le interazioni fondamentali

- 1 Interazione forte -  $10^{38}$
- 2 Interazione elettromagnetica -  $10^{36}$
- 3 Interazione debole -  $10^{25}$
- 4 Interazione gravitazionale - 1

# Le interazioni fondamentali

- 1 Interazione forte -  $10^{38} - 10^{-15}m$
- 2 Interazione elettromagnetica -  $10^{36} - \infty$
- 3 Interazione debole -  $10^{25} - 10^{-18}m$
- 4 Interazione gravitazionale -  $1 - \infty$

# Le interazioni fondamentali

- 1 Interazione forte - quark, gluoni (adroni)
- 2 Interazione elettromagnetica - particelle cariche
- 3 Interazione debole - leptoni, bosoni di gauge
- 4 Interazione gravitazionale - particelle massive



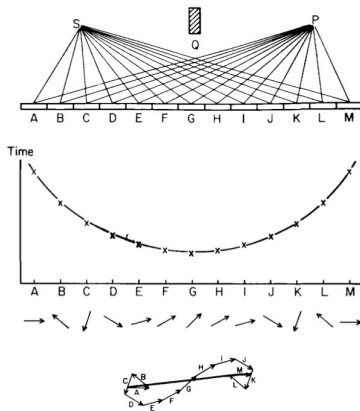
# Le interazioni fondamentali

- 1 Interazione forte - quark, gluoni (adroni) - carica di colore
- 2 Interazione elettromagnetica - particelle cariche - carica elettrica
- 3 Interazione debole - leptoni, bosoni di gauge - carica di sapore
- 4 Interazione gravitazionale - particelle massive

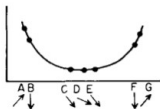
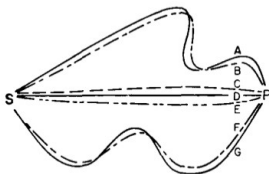
# Le interazioni fondamentali

- 1 Interazione forte - quark, gluoni (adroni) - carica di colore
- 2 Interazione elettromagnetica - particelle cariche - carica elettrica
- 3 Interazione debole - leptoni, bosoni di gauge - carica di sapore
- 4 Interazione gravitazionale - particelle massive
  - Deformazione geometrica dello spaziotempo dovuta alla presenza della massa

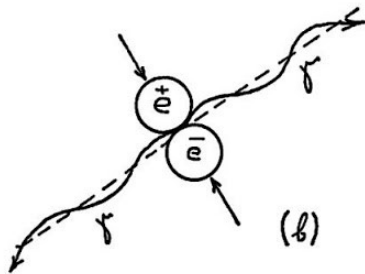
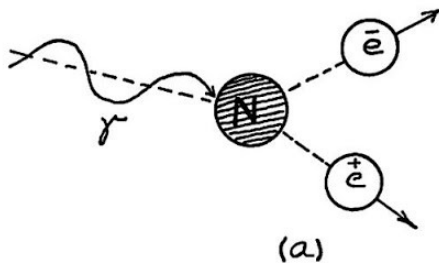
# I cammini di Feynman



# I cammini di Feynman



# Disegnare le interazioni tra particelle



# I primi diagrammi

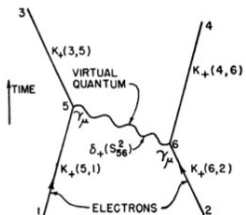


FIG. 1. The fundamental interaction Eq. (4). Exchange of one quantum between two electrons.

# I primi diagrammi

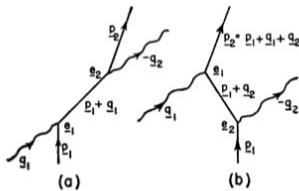
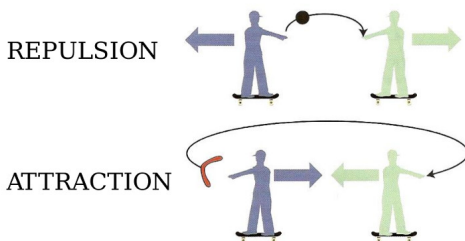


FIG. 5. Compton scattering, Eq. (15).

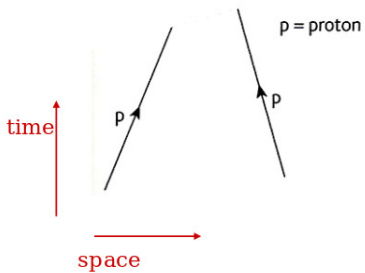
# Scambiare particelle

## Exchange particles

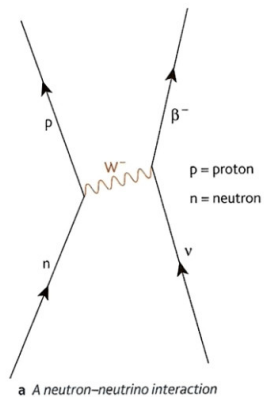
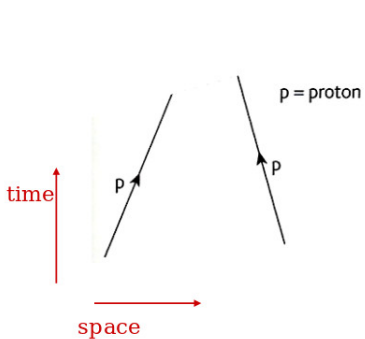




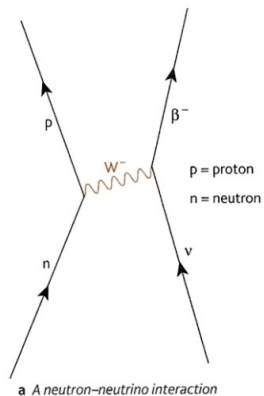
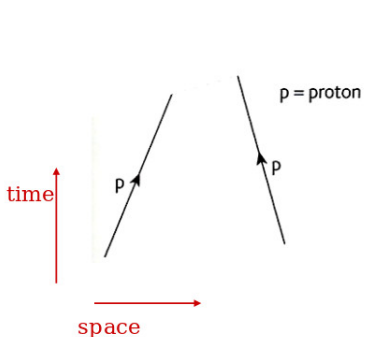
# Scambiare particelle



# Scambiare particelle



# Scambiare particelle



- Feynman diagrams - Teaching resources

# Digressione tecnica

## Principio di indeterminazione

$$[p, q] = i \frac{h}{2\pi}$$

# Digressione tecnica

## Principio di indeterminazione

$$[p, q] = i\frac{h}{2\pi}$$

$$\Delta p \Delta q \geq \frac{h}{4\pi}$$

# Digressione tecnica

## Principio di indeterminazione

$$[p, q] = i\frac{h}{2\pi}$$

$$\Delta p \Delta q \geq \frac{h}{4\pi}$$

## Particella virtuale

Una particella che viola il principio di indeterminazione

# Digressione tecnica

## Principio di indeterminazione

$$[p, q] = i\frac{h}{2\pi}$$

$$\Delta p \Delta q \geq \frac{h}{4\pi}$$

## Particella virtuale → Scambio di numeri quantici

Una particella che viola il principio di indeterminazione → Le particelle interagenti si scambiano i numeri quantici che, nel mondo esterno all'interazione costituiscono delle particelle

# Altre risorse quantistiche<sup>1</sup>

- Attività dal Contemporary Physics Education Project
- Particle Adventure
  - Applicazione per Android
- QuarkNet

---

<sup>1</sup>via Quark Dance