

# Laurea magistrale interateneo in Fisica

## Percorso di Fisica Teorica

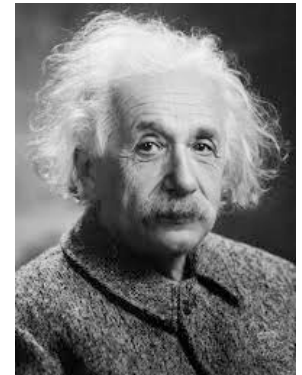
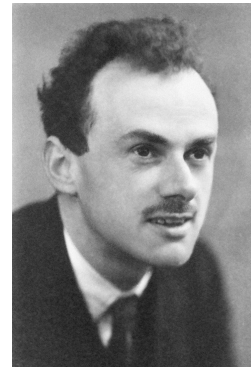
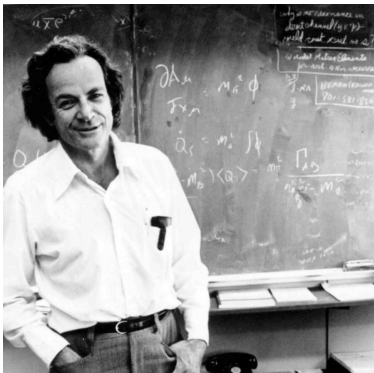
a.a. 2016-17

$$\begin{aligned}\mathcal{L} = & -\frac{1}{4} F_{\mu\nu} F^{\mu\nu} \\ & + i\bar{\Psi}\not{\partial}\Psi + h.c. \\ & + \bar{\Psi}_i \gamma_{ij} \Psi_j \phi + h.c. \\ & + \frac{1}{2} \partial_\mu \phi^2 - V(\phi)\end{aligned}$$

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \psi + U\psi = i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t}$$

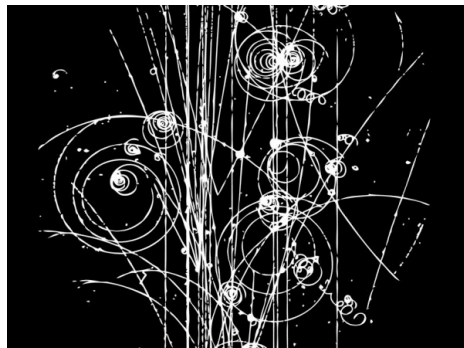
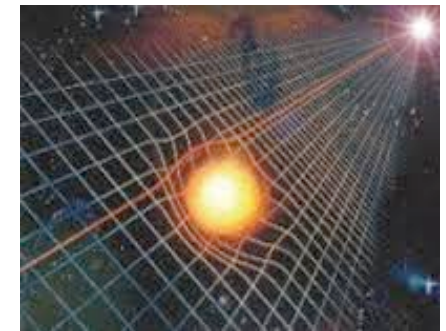
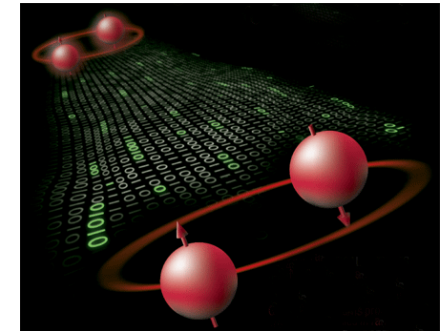
$$(i\gamma^\mu \partial_\mu - m)\psi = 0$$

$$G_{\mu\nu} = 8\pi G T_{\mu\nu}$$



# Struttura percorso

I ANNO							
I Semestre	SSD	TAF	CFU	II Semestre	SSD	TAF	CFU
Teoria dei Campi I	FIS/02	B	6	Teoria dei Campi II	FIS/02	B	6
Fisica della Materia Condensata I	FIS/03	B	6	Cosmologia I	FIS/05	B	6
Simmetrie e interazioni fondamentali	FIS/04	B	6	Laboratorio di Fisica Computazionale <i>oppure</i> Laboratorio di Fisica della Materia <i>oppure</i> Lab Acquisiz. Controllo dati	FIS/01	B	6
Insegnamento affine A		C	6	Meccanica Statistica	FIS/02	B	6
Insegnamento affine B		C	6				
Insegnamento a scelta A						D	6
Totale crediti del I anno							60



II ANNO sarà attuato nell'a.a. 2017/2018. Gli studenti che nel 2016/2017 sono iscritti al II anno devono riferirsi al Manifesto 2015/2016							
I Semestre	SSD	TAF	CFU	II Semestre	SSD	TAF	CFU
Insegnamento a scelta B		D	6	Tesi		E	30
Insegnamento affine C		C	6				
Tirocinio		F	5				
Abilità informatiche e telematiche		F	3				
Tesi		E	10				
Totale crediti del II anno							60

# Insegnamenti obbligatori

## **Teoria dei Campi 1** (A. Bassi)

Quantizzazione canonica dei campi liberi e in interazione

## **Fisica della Materia Condensata 1** (M. Peressi)

Comportamento degli elettroni nei cristalli

## **Simmetrie e Interazioni Fondamentali** (D. Treleani)

Elementi di base della fisica subnucleare

## **Cosmologia 1** (P. Monaco)

Conoscenza base GR. Modelli cosmologici. Cosmologia osservativa

## **Teoria dei campi 2** (R. Valandro)

Path integral in teorie di campo, rinormalizzazione, teorie di gauge

## **Laboratorio**

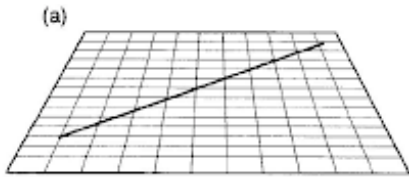
- Fisica Computazionale (M. Peressi)
- Fisica Materia (A. Baraldi)
- Acquisizione e Controllo dati (R. Rui)

## **Meccanica Statistica** (F. Benatti)

Sistemi quantistici a molti gradi di libertà, superfluidità, superconduttività.

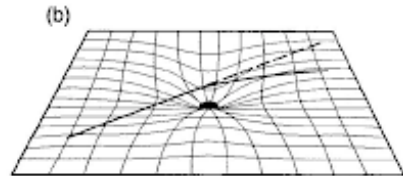
# Insegnamenti facoltativi

## Percorso “Campi & Particelle”



**Relatività Generale 1** (S. Ansoldi – 1° semestre, 1°/2° anno)

Elementi di base di relatività generale con un approccio geometrico.



**Relatività Generale 2** (S. Ansoldi – 1° semestre, 2° anno)

Argomenti avanzati in relatività generale ed altre teorie della gravitazione.

### Applicazione di Teoria dei Gruppi alla Fisica

(E. Gozzi – 1° semestre, 1° anno)

Gruppi di Lie e loro rappresentazioni.

### Modello Standard delle Interazioni Fondamentali

(M. Fabbrichesi – 2° semestre, 1° anno)

Fenomenologia della fisica delle particelle elementari.

### Dinamica Interazioni Elettrodeboli e Forti

(E. Gabrielli – 1° semestre, 2° anno)

Teorie standard delle interazioni fondamentali.

mass →	$\approx 2.3 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 1.275 \text{ GeV}/c^2$	$\approx 173.07 \text{ GeV}/c^2$	0	$\approx 126 \text{ GeV}/c^2$
charge →	2/3	2/3	2/3	0	0
spin →	1/2	1/2	1/2	1	0
	<b>u</b> up	<b>c</b> charm	<b>t</b> top	<b>g</b> gluon	<b>H</b> Higgs boson
	<b>d</b> down	<b>s</b> strange	<b>b</b> bottom	<b><math>\gamma</math></b> photon	
	<b>e</b> electron	<b><math>\mu</math></b> muon	<b><math>\tau</math></b> tau	<b>Z</b> Z boson	
	<b><math>\nu_e</math></b> electron neutrino	<b><math>\nu_\mu</math></b> muon neutrino	<b><math>\nu_\tau</math></b> tau neutrino	<b>W</b> W boson	
	$< 2.2 \text{ eV}/c^2$	$< 0.17 \text{ MeV}/c^2$	$< 15.5 \text{ MeV}/c^2$	0	$80.4 \text{ GeV}/c^2$
	0	0	0	±1	
	1/2	1/2	1/2	1	

**QUARKS** (left side of the table)

**LEPTONS** (left side of the table)

**GAUGE BOSONS** (right side of the table)

# Insegnamenti facoltativi

## Percorso “Meccanica Quantistica”

### Meccanica Quantistica Avanzata

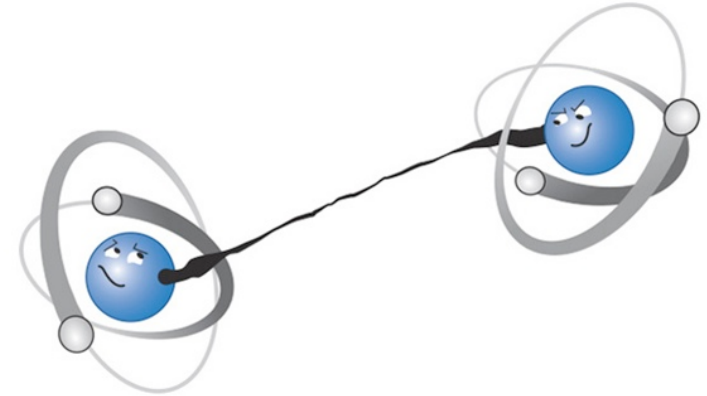
(A. Bassi, 1° semestre – 1°/2° anno)

Sistemi quantistici aperti. Decoerenza.

### Introduzione all'Informazione Quantistica

(F. Benatti – 2° semestre, 1° anno)

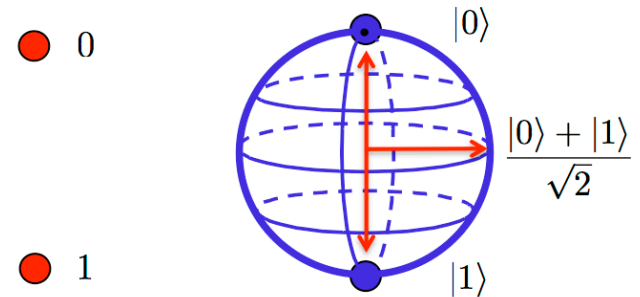
Il qubit e le sue proprietà.



Entanglement e nonlocalità



Gatto di Schrödinger



Classical Bit

Qubit

# Ulteriori insegnamenti facoltativi

## Offerti da altri Curricula

**Metodi numerici della Meccanica Quantistica** (P. Giannozzi – 2° semestre, 1° anno)

**Geometria e Topologia in Struttura Elettronica** (R. Resta – 2° semestre, 1° anno)

**Statistica Avanzata per l'Analisi dei Dati** (E. Milotti – 1° semestre, 1°/2° anno)

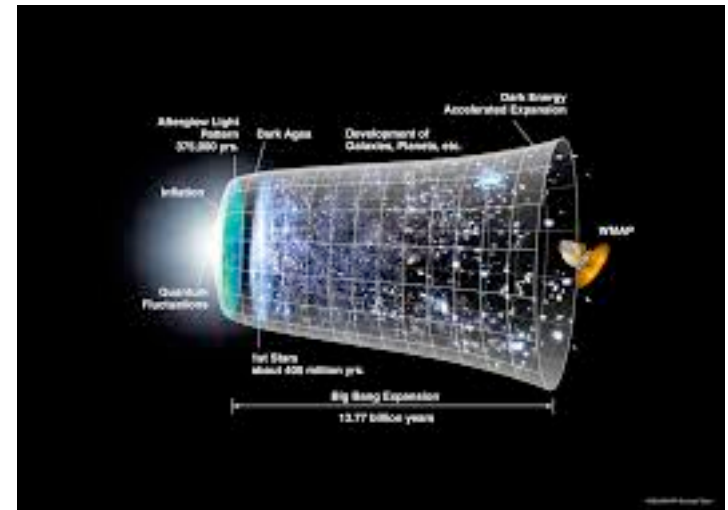
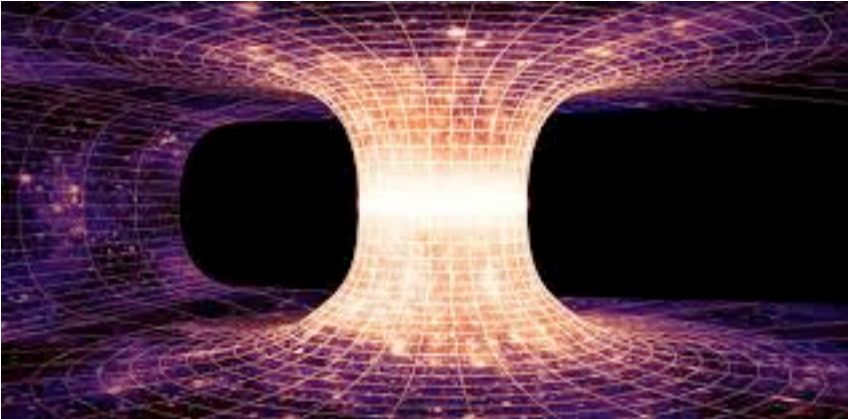
**Fenomeni Critici** (G. Pastore – 1° semestre, 2° anno)

# Possibilità di Tesi

# S. Ansoldi

Approcci alla gravità quantistica e alla teoria dei campi in spazi curvi.

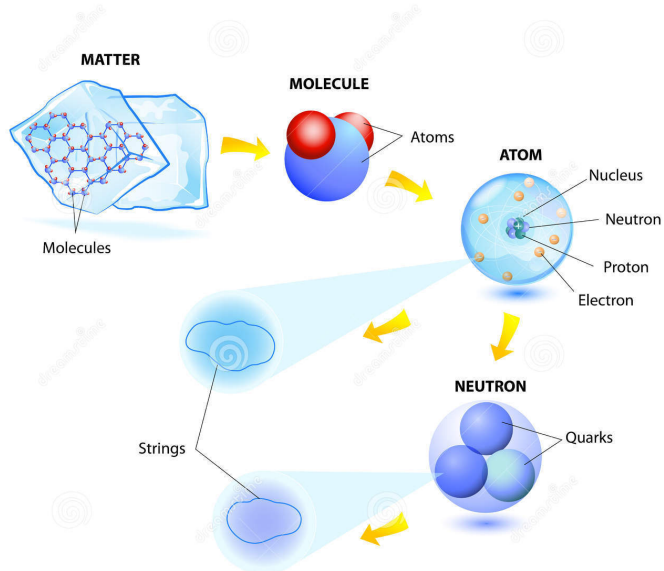
Applicazioni della relatività generale e generalizzazioni in astrofisica e cosmologia



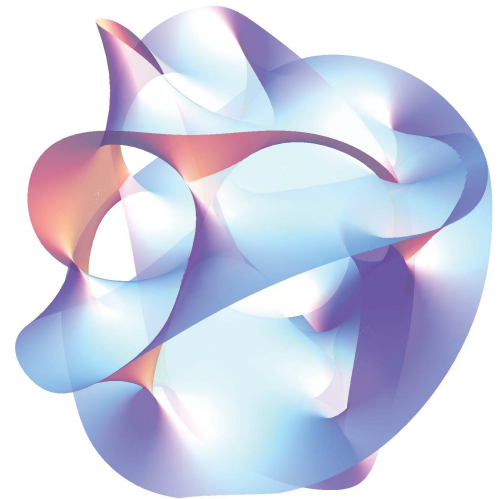
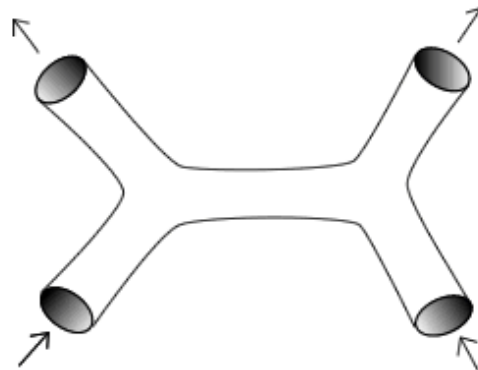
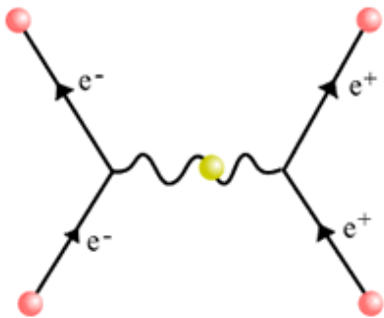


# R. Valandro

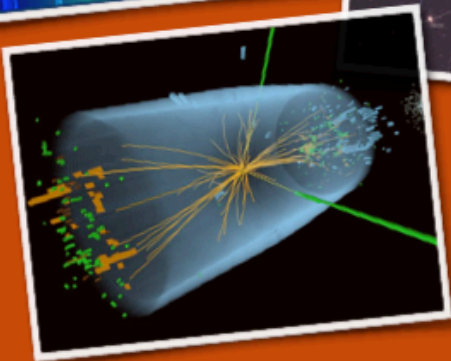
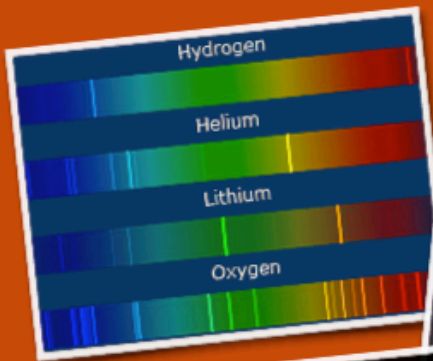
## STRING THEORY



**Teoria delle Stringhe.** A Trieste ci sono linee di ricerca in questo campo presso l'Università, ma anche alla SISSA e all'ICTP con collaborazioni incrociate. Si va dallo sviluppo degli strumenti matematici necessari a descrivere la teoria, alla sua applicazione a problemi più connessi alla fisica del mondo osservato. La teoria si avvale di un uso intensivo di tecniche avanzate di teoria quantistica di campo, che diventano esse stesse un ambito di ricerca tuttora in fase di studio.



# M. Fabbrichesi



Per scoprire le  
**leggi**

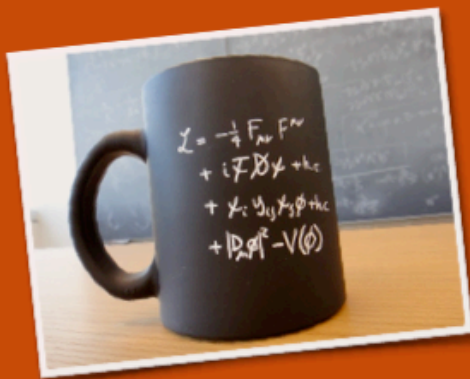
**fondamentali**

della natura si  
guarda ai sistemi

più semplici:

ieri, il moto dei  
pianeti, poi gli  
spettri atomici,

oggi le **particelle elementari**.



# E. Gabrielli

Ricerca sull'origine delle masse per le particelle elementari e sulle loro interazioni fondamentali

mass →	$\approx 2.3 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 1.275 \text{ GeV}/c^2$	$\approx 173.07 \text{ GeV}/c^2$	0	$\approx 126 \text{ GeV}/c^2$
charge →	2/3	2/3	2/3	0	0
spin →	1/2	1/2	1/2	1	0
	<b>u</b> up	<b>c</b> charm	<b>t</b> top	<b>g</b> gluon	<b>H</b> Higgs boson
	$\approx 4.8 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 95 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 4.18 \text{ GeV}/c^2$	0	
	-1/3	-1/3	-1/3	0	
	1/2	1/2	1/2	1	
<b>QUARKS</b>	<b>d</b> down	<b>s</b> strange	<b>b</b> bottom	<b><math>\gamma</math></b> photon	
	$0.511 \text{ MeV}/c^2$	$105.7 \text{ MeV}/c^2$	$1.777 \text{ GeV}/c^2$	$91.2 \text{ GeV}/c^2$	
	-1	-1	-1	0	
	1/2	1/2	1/2	1	
	<b>e</b> electron	<b><math>\mu</math></b> muon	<b><math>\tau</math></b> tau	<b>Z</b> Z boson	
<b>LEPTONS</b>	$< 2.2 \text{ eV}/c^2$	$< 0.17 \text{ MeV}/c^2$	$< 15.5 \text{ MeV}/c^2$	$80.4 \text{ GeV}/c^2$	
	0	0	0	$\pm 1$	
	1/2	1/2	1/2	1	
	<b><math>\nu_e</math></b> electron neutrino	<b><math>\nu_\mu</math></b> muon neutrino	<b><math>\nu_\tau</math></b> tau neutrino	<b>W</b> W boson	<b>GAUGE BOSONS</b>

# E. Gozzi

**Is there any problem for large values of the action, like there were for small ones?**

It seems that stars in galaxies have problems in their motion that cannot be explained by the usual theories. Physicists have invented concept like Dark Matter but this has not been found. We put forward the idea that we may have to change the laws of motion for systems with large value of the action (a Galaxy for example, see picture) like we had to do for small values of the action inventing quantum mechanics in the 20's.



# F. Benatti

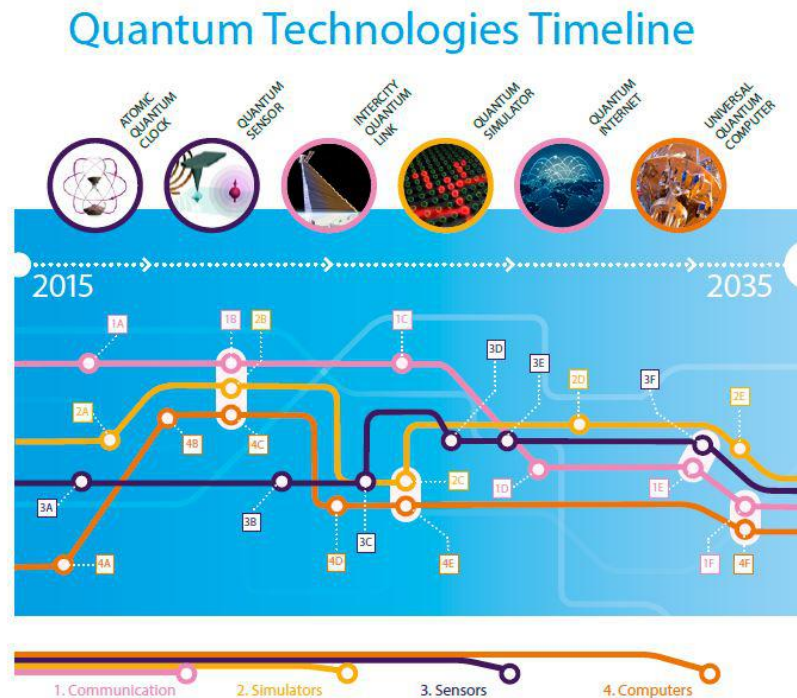
1. Studio delle correlazioni quantistiche in sistemi a molti corpi in interazione con il loro ambiente fonte di dissipazione e rumore.
2. Ingegnerizzazione della dissipazione e del rumore per produrre correlazioni quantistiche: entanglement.
3. Applicazioni dell'entanglement nelle tecnologie quantistiche, **nuova flagship della Comunità Europea.**

**Dinamica,  
termodinamica e  
informazione nei sistemi  
quantistici aperti**

## QUANTUM MANIFESTO

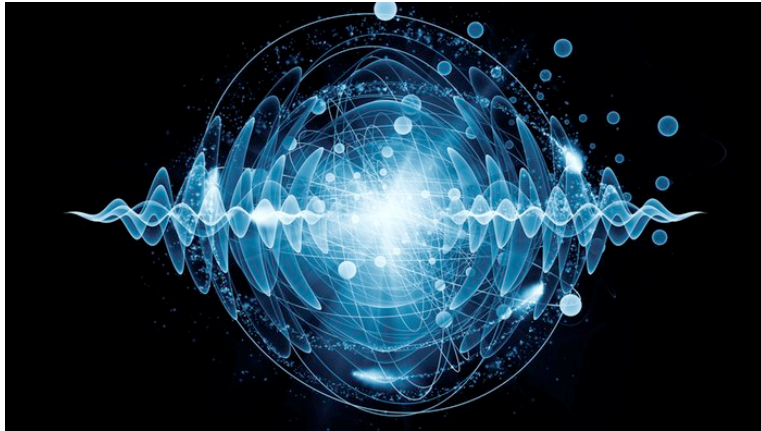
## BILLION-EURO BOOST FOR QUANTUM TECH

Nature, 532, 28 APRIL 2016



# A. Bassi

Fondamenti della Meccanica Quantistica  
Decoerenza e sistemi quantistici aperti  
Meccanica quantistica e gravità



$$\frac{1}{\sqrt{2}} |\text{cat sitting}\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}} |\text{cat lying}\rangle$$

**Capire cosa vuol dire che il nostro mondo è quantistico**