

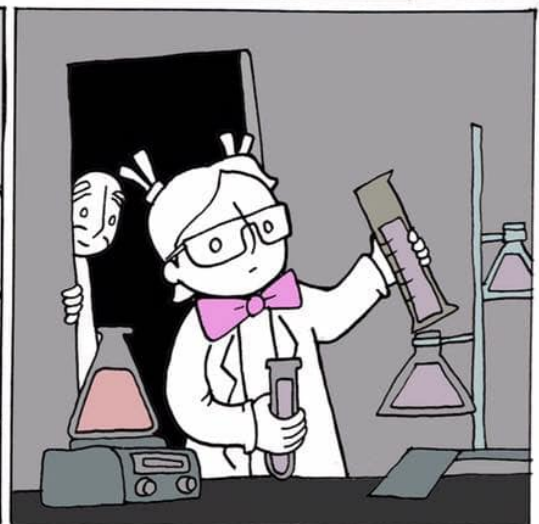
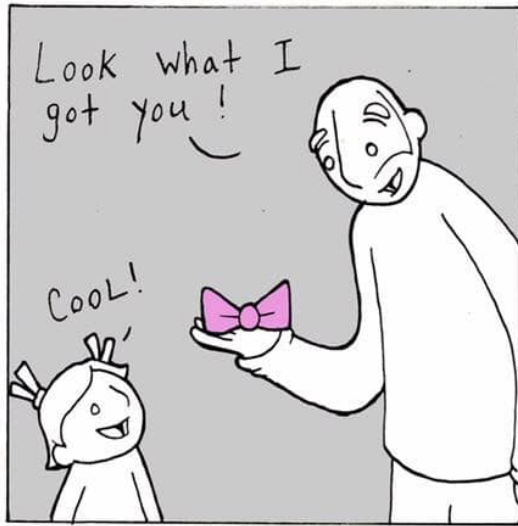
# Ricerca d'avanguardia in Fisica delle Particelle

#WOMENINSCIENCE

Livia Soffi – Ricercatrice

*Istituto Nazionale di Fisica Nucleare  
Universita` Sapienza Roma*





# #WOMENINSCIENCE



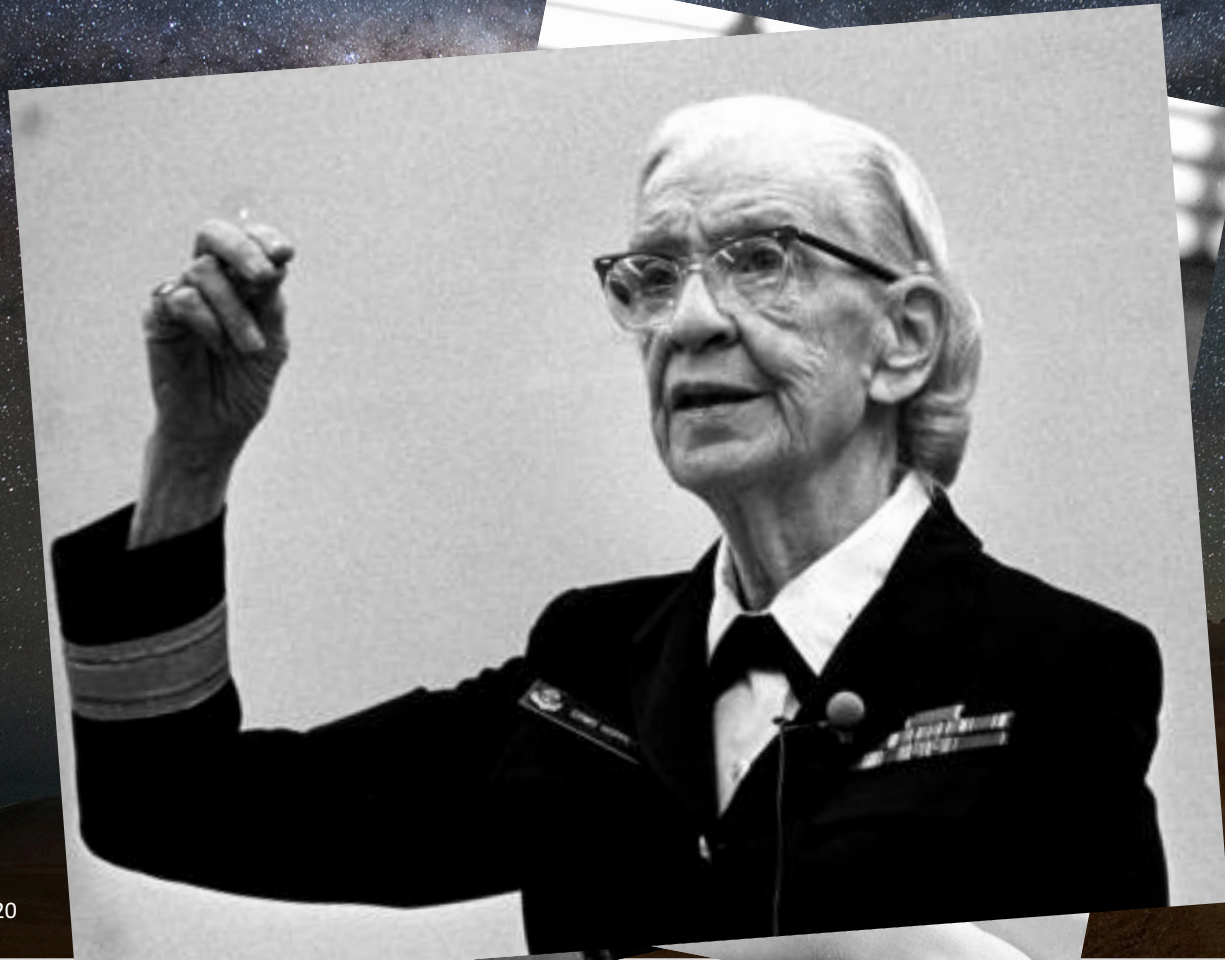
Marie  
Skłodowska  
Curie

#WOMENINSCIENCE



Hedy  
Lamarr

#WOMENINSCIENCE



Grace  
Murray  
Hopper

#WOMENINSCIENCE



Pickering  
Harem

#WOMENINSCIENCE



Fabiola  
Gianotti

#WOMENINSCIENCE



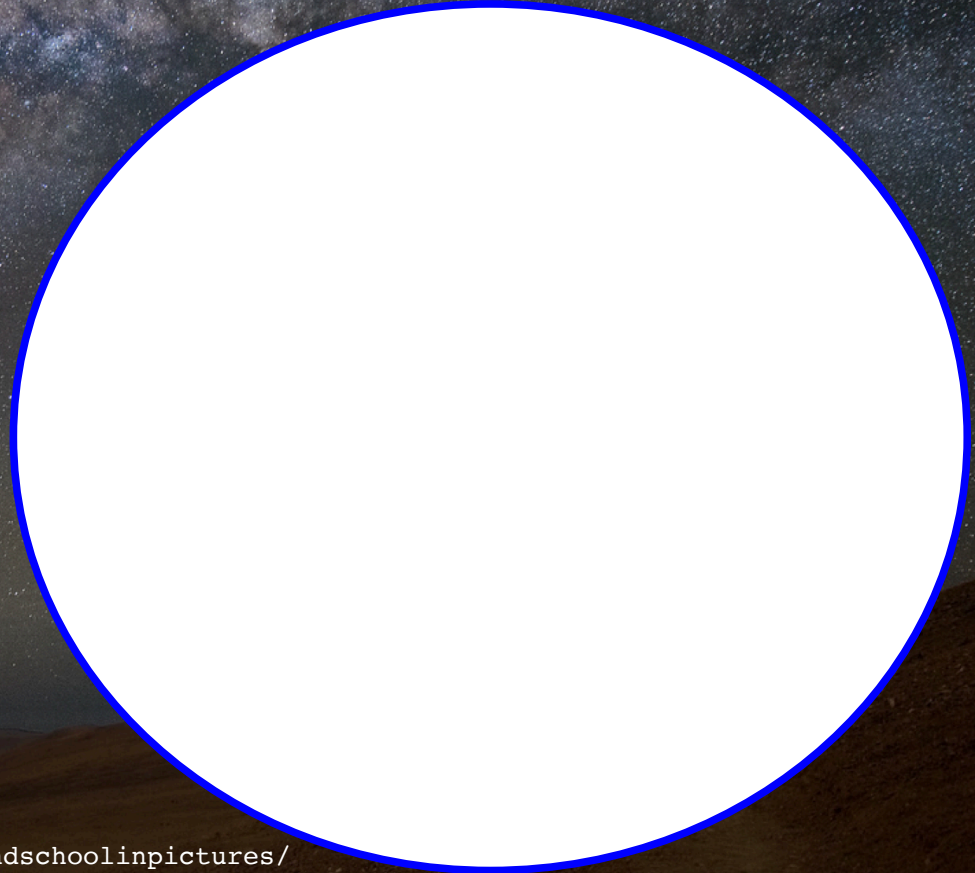
2/11/20

Katie  
Bouman



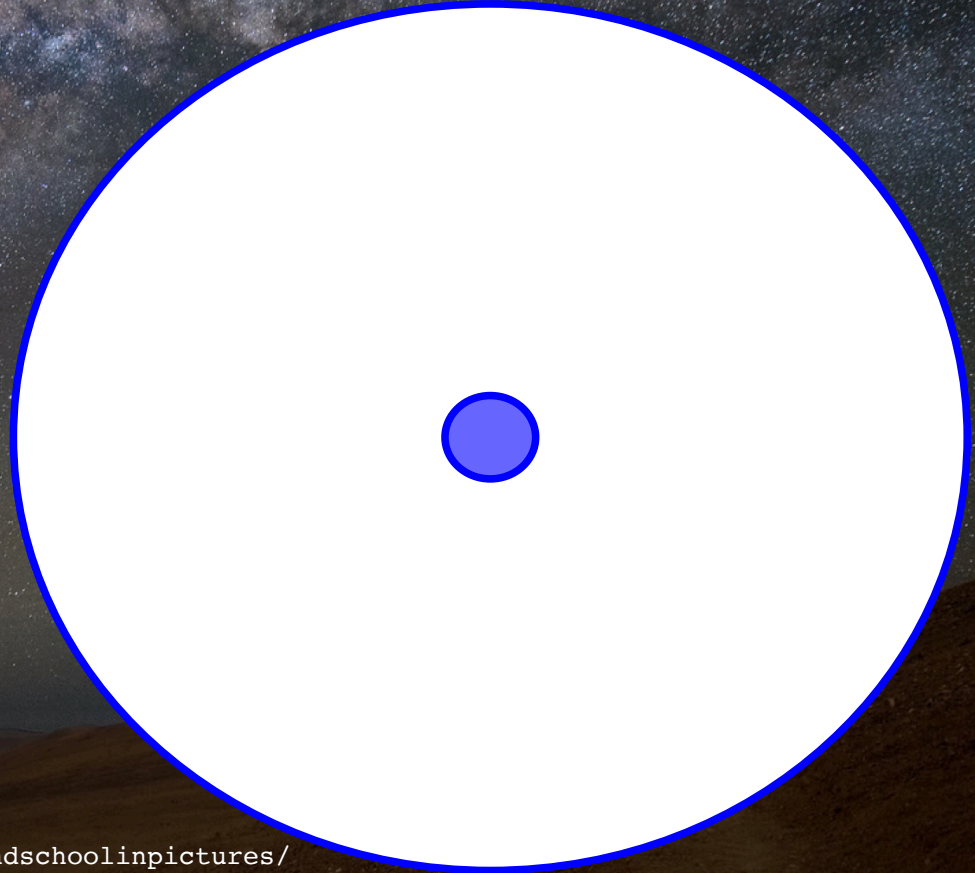
# Guida Illustrata al lavoro del ricercatore

Imagine a circle  
that contains all  
of human  
knowledge:



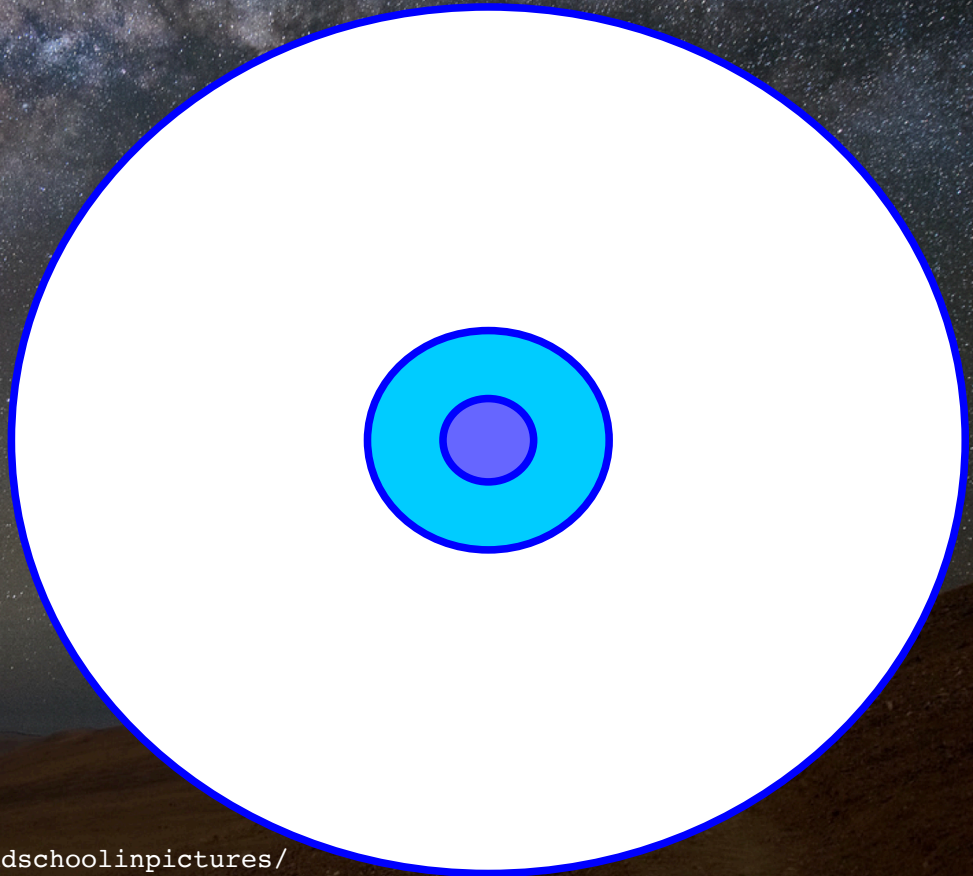
# Guida Illustrata al lavoro del ricercatore

By the time you finish elementary school, you know a little:



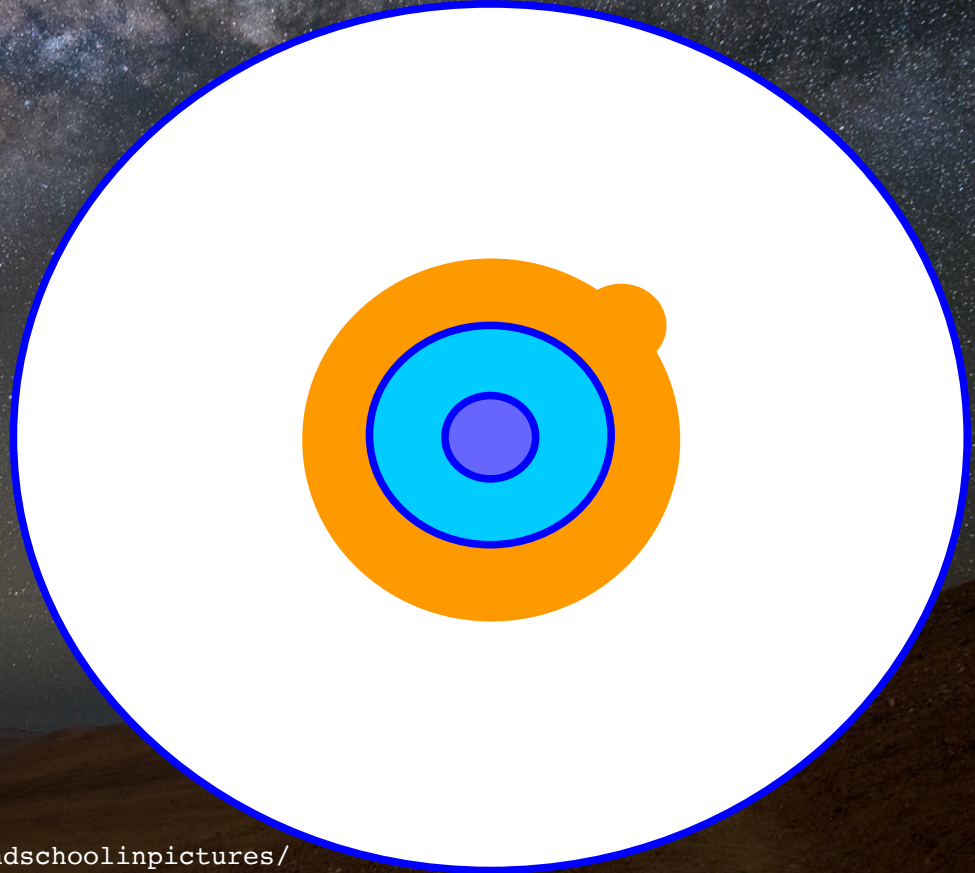
# Guida Illustrata al lavoro del ricercatore

By the time you finish high school, you know a bit more:



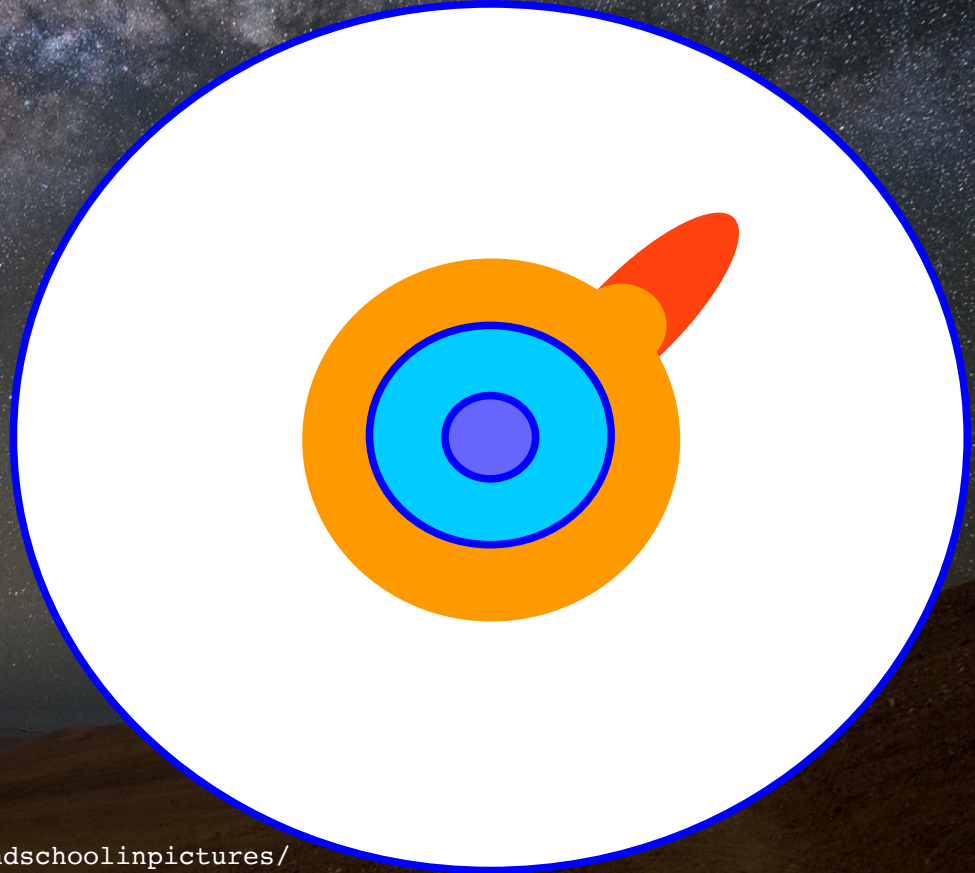
# Guida Illustrata al lavoro del ricercatore

With a bachelor's degree, you gain a specialty:



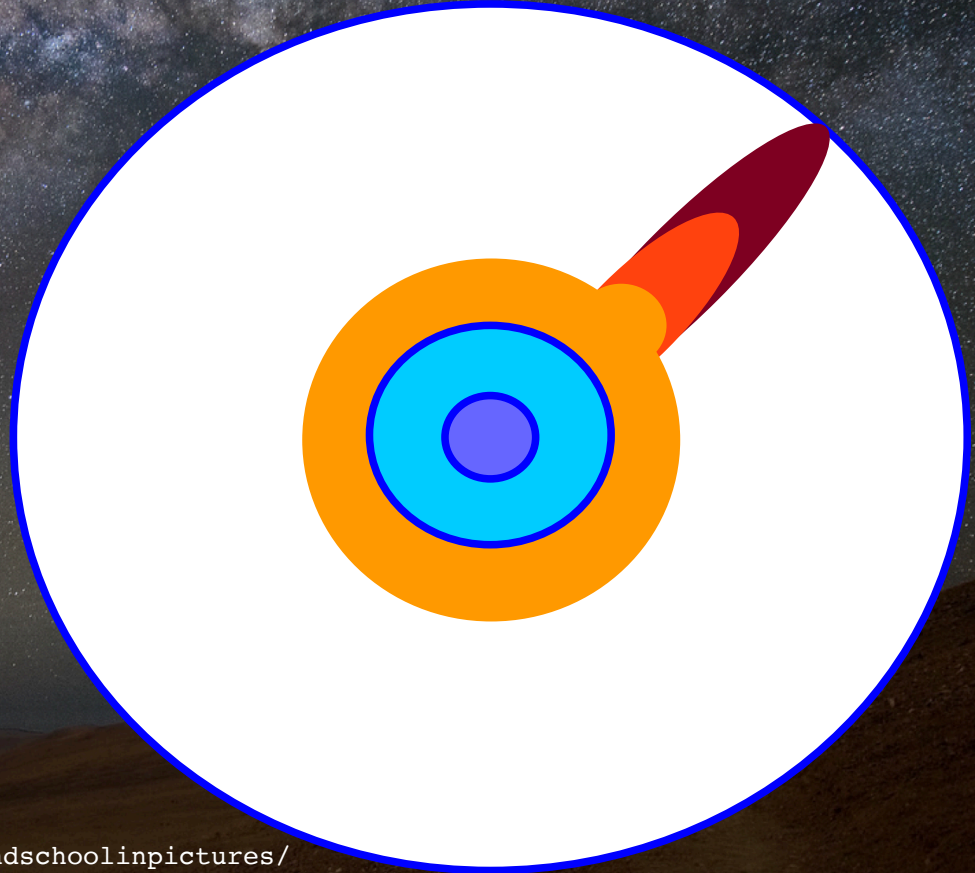
# Guida Illustrata al lavoro del ricercatore

A master's degree **deepens** that **specialty**:



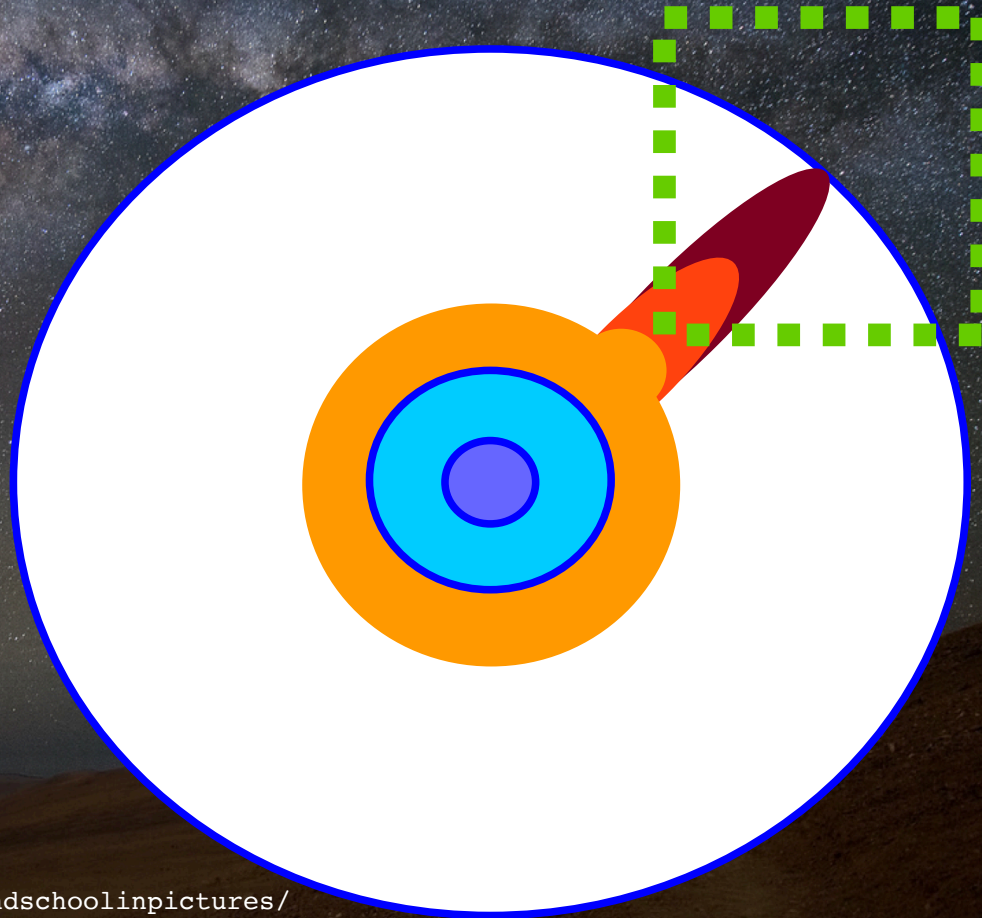
# Guida Illustrata al lavoro del ricercatore

Reading  
research papers  
takes you to the  
edge of human  
knowledge:



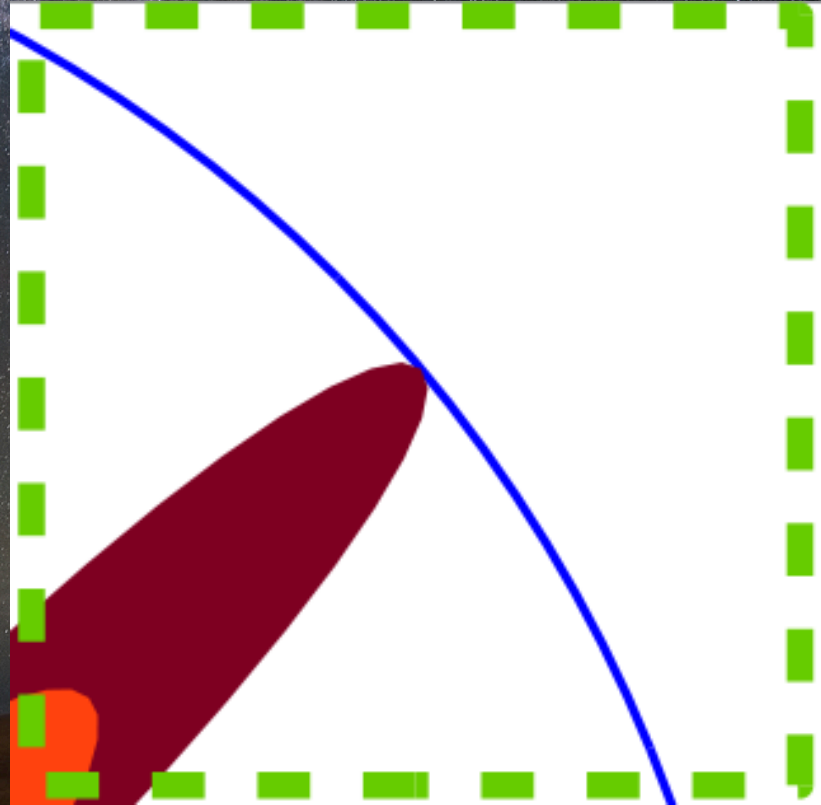
# Guida Illustrata al lavoro del ricercatore

Once you are at the boundary you **focus**:



# Guida Illustrata al lavoro del ricercatore

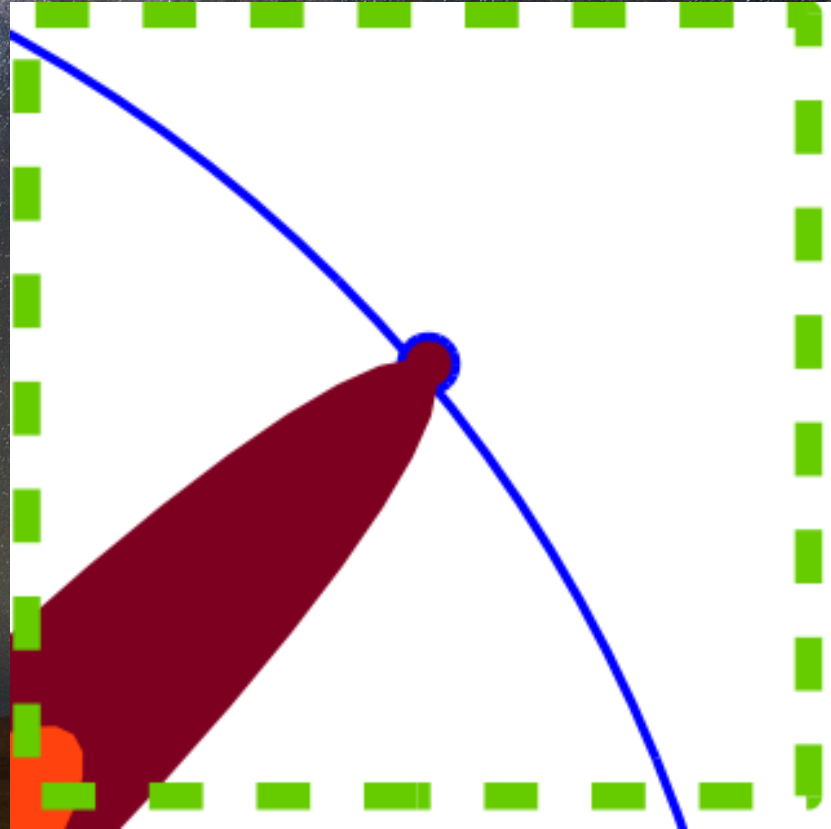
You push at the boundary for a few years:





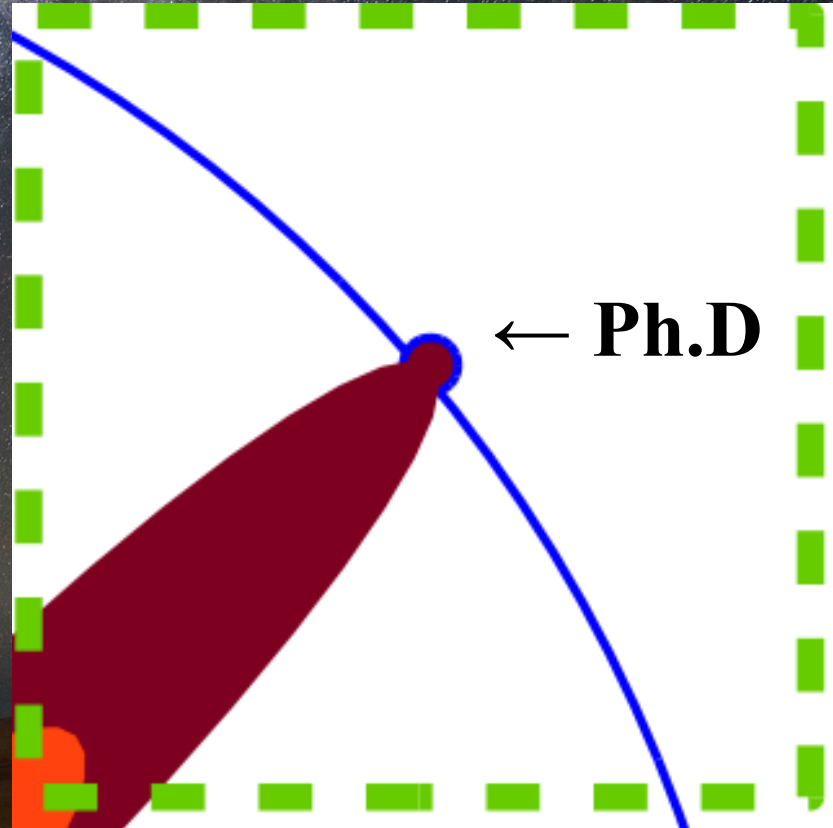
# Guida Illustrata al lavoro del ricercatore

Until one day,  
the boundary  
goes away:



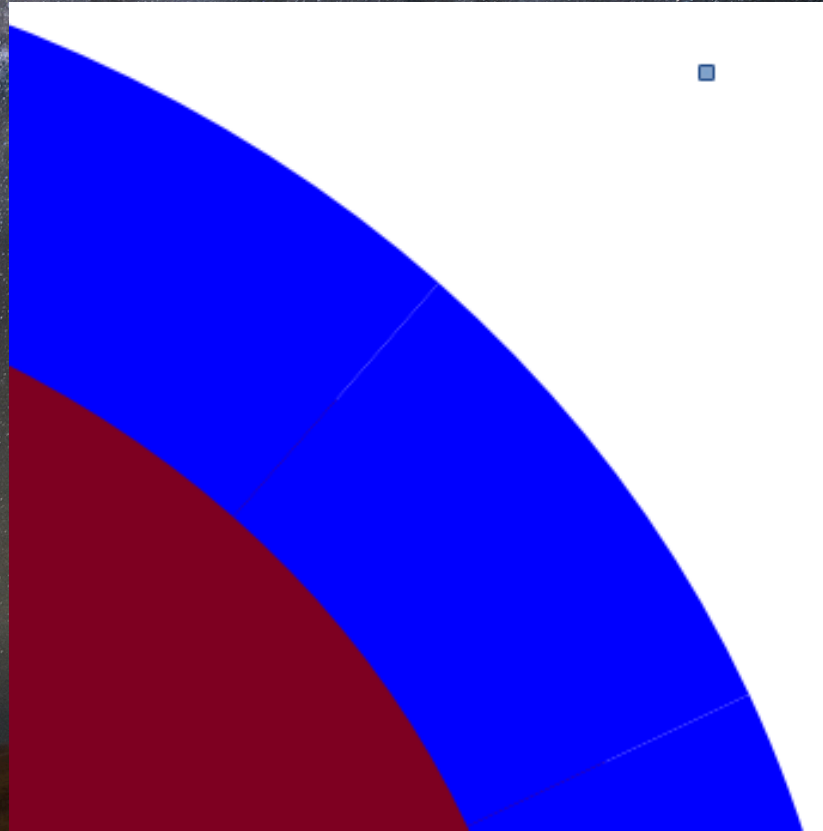
# Guida Illustrata al lavoro del ricercatore

And, that dent  
you've made is  
called a **Ph.D.**:



# Guida Illustrata al lavoro del ricercatore

Of course, the world looks different to you now:

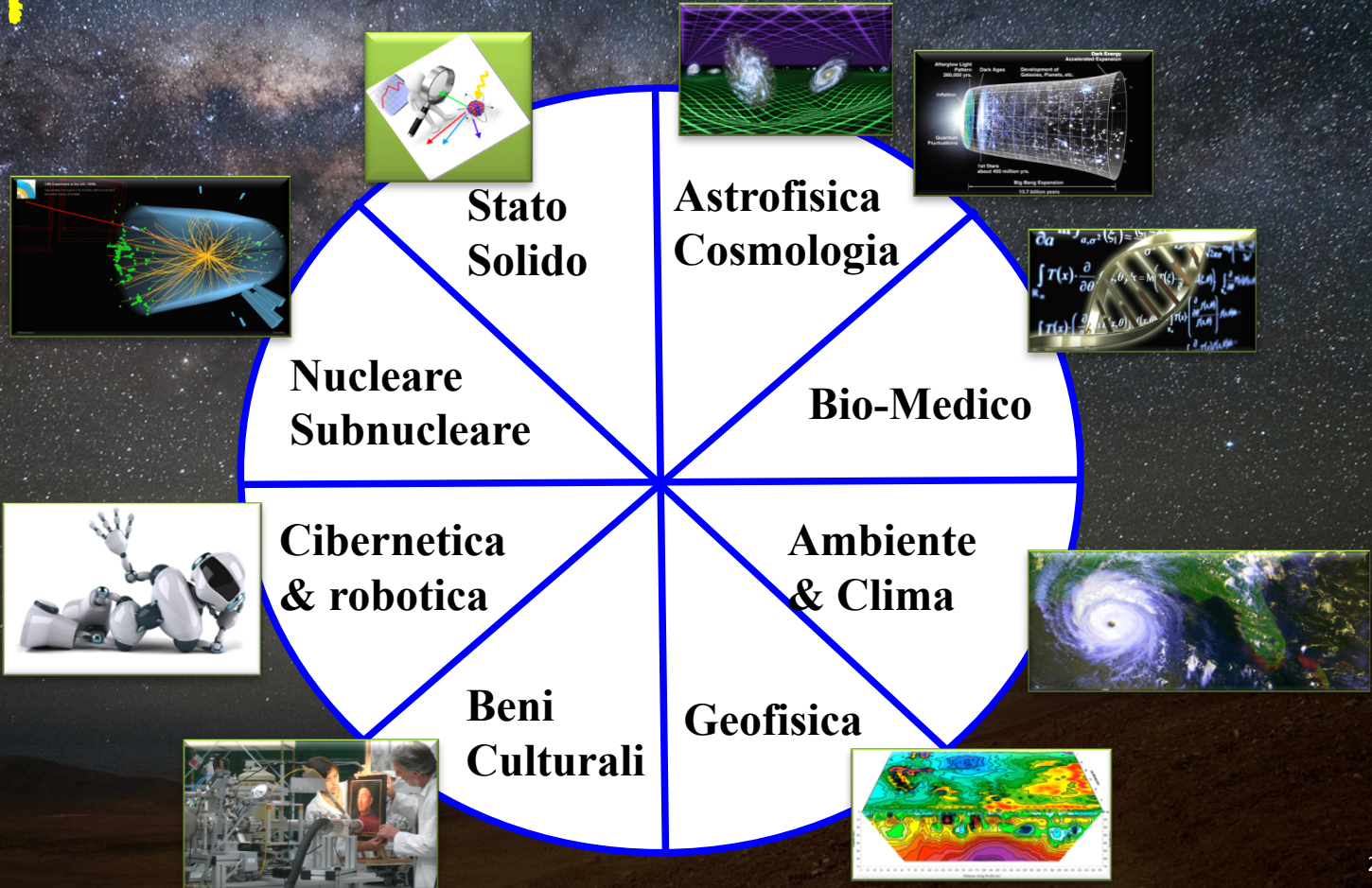


# Guida Illustrata al lavoro del ricercatore

But don't forget  
the bigger  
picture:

**And Keep  
Pushing!!**

# I campi di Ricerca in Fisica



A night sky with the Milky Way galaxy visible, set against a dark desert landscape with rolling dunes. The text "Our first scientific instrument" is overlaid in a yellow, pixelated font.

Our first scientific instrument



2/11/20

Photo: Eric Wiessner CC-BY-SA

Human Hair (15cm away)



Photo: Steven Goldfarb, CC-BY-SA

Andromeda (2.5 million light years away)



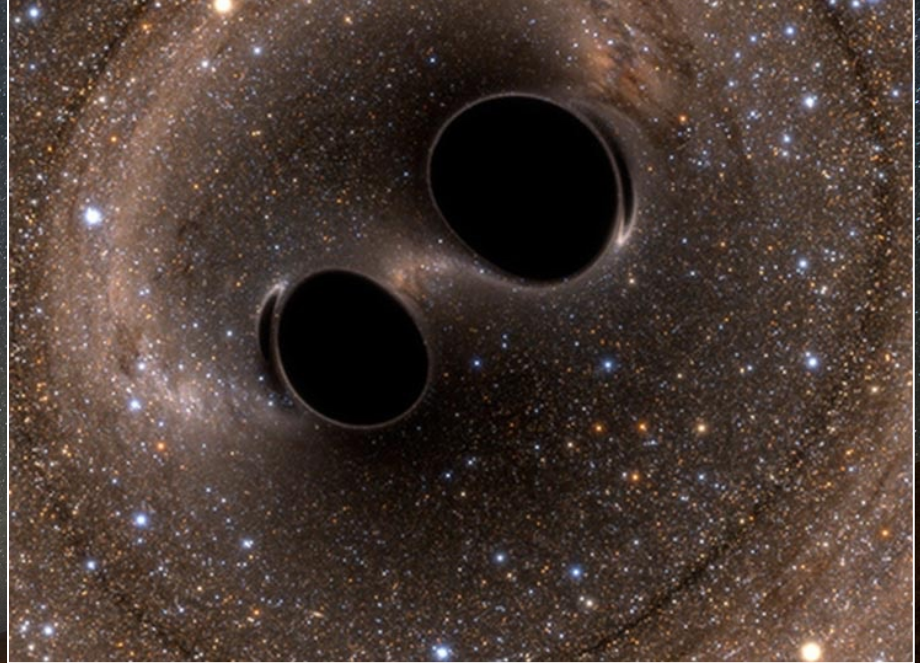
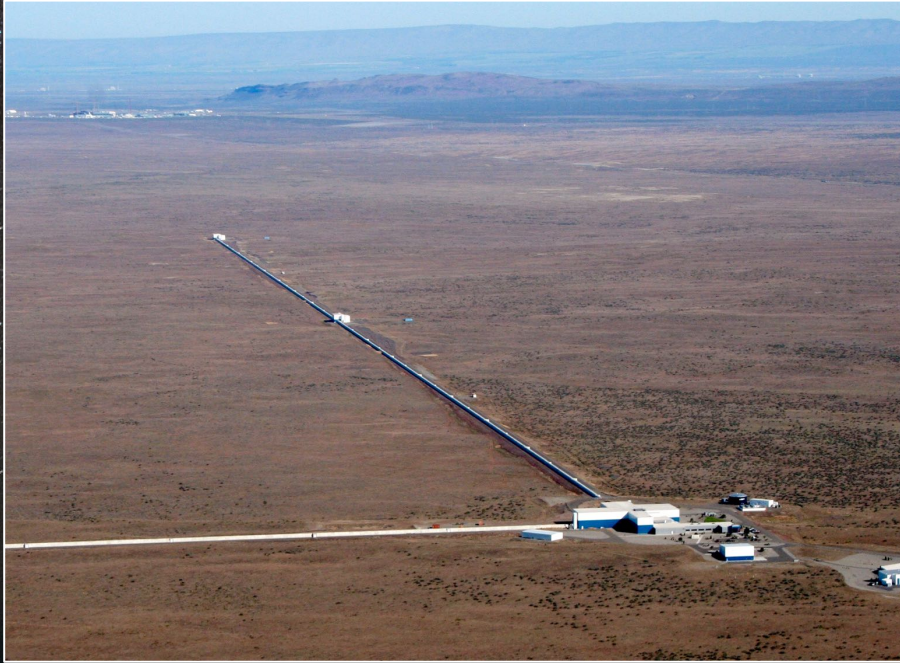
Photo: Thomas Bresson, CC-BY-SA



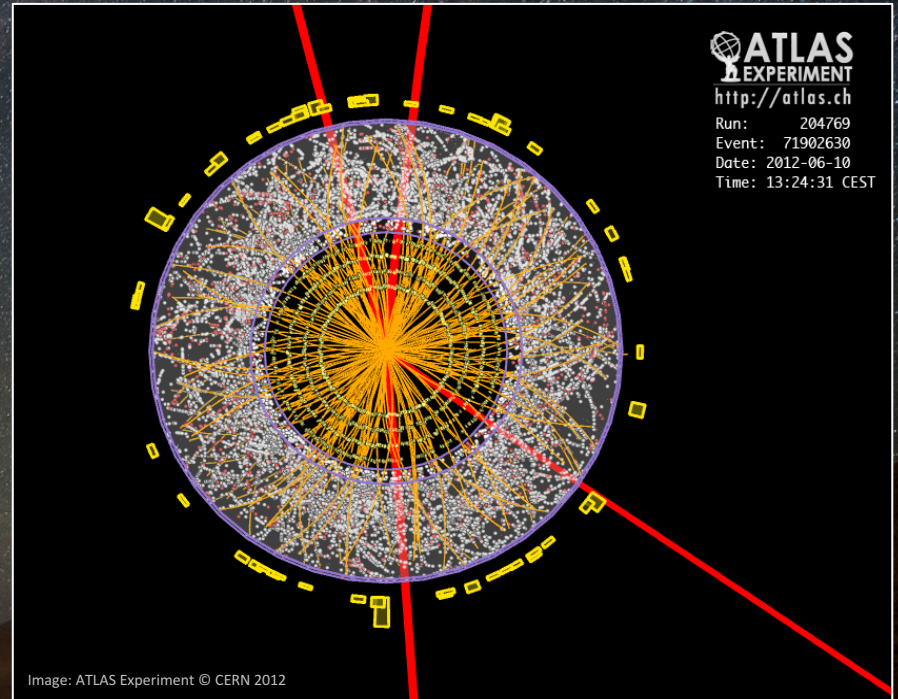
A night sky with the Milky Way galaxy and a desert landscape with sand dunes. The Milky Way is visible as a bright, cloudy band of stars stretching across the upper half of the frame. The foreground shows dark, rolling sand dunes under a starry sky. The text "Good Enough?" is written in a yellow, pixelated font in the center of the image.

Good Enough?

# Looking Out



# Looking In



A night sky with the Milky Way galaxy visible, set against a dark background with numerous stars. The foreground shows the dark, silhouetted ridges of a desert landscape under a starry sky.

What have we learned?

# Un lavoro fondamentale e fondamentalmente (in)utile

Ricerca di Base  Ricerca Applicata

Oggi parleremo di fisica delle particelle  
elementari e delle sue applicazioni

# Particelle Elementari

1. Puntiformi = che non si possono più dividere

2. Composte, = che contengono altre particelle

Una particella può sembrare puntiforme ma non esserlo quando la si “guarda” meglio:



particelle che oggi riteniamo puntiformi possono in realta' essere composte.

# L'atomo e' elementare?

## Il Metodo "Tex Willer"



Un sacco contiene sabbia,  
l'altro pepite d'oro: come  
faccio a scegliere senza  
toccarli?

# L'atomo e' elementare?

Il Metodo "Tex Willer"



Un sacco contiene sabbia,  
l'altro pepite d'oro: come  
faccio a scegliere senza  
toccarli?

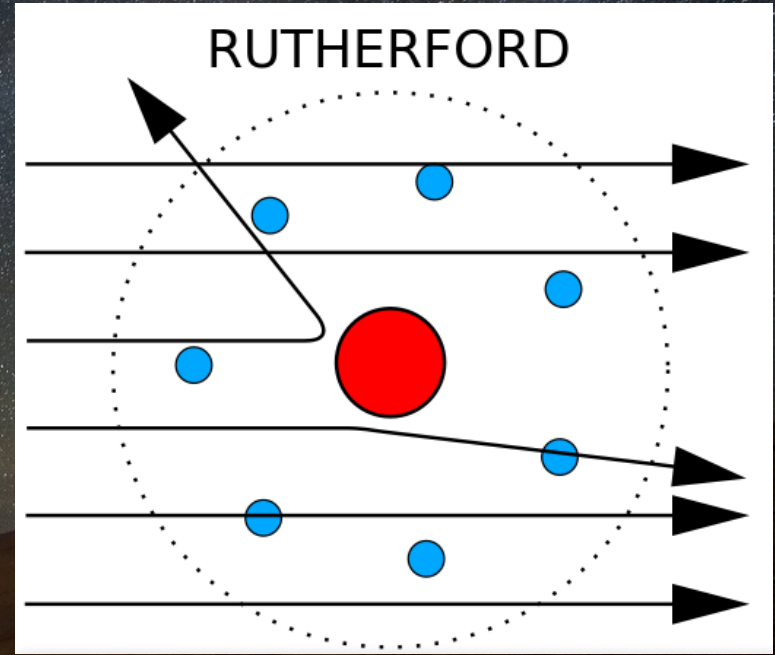
**OSSERVO LA  
DEVIAZIONE  
DEI  
PROIETTILI**



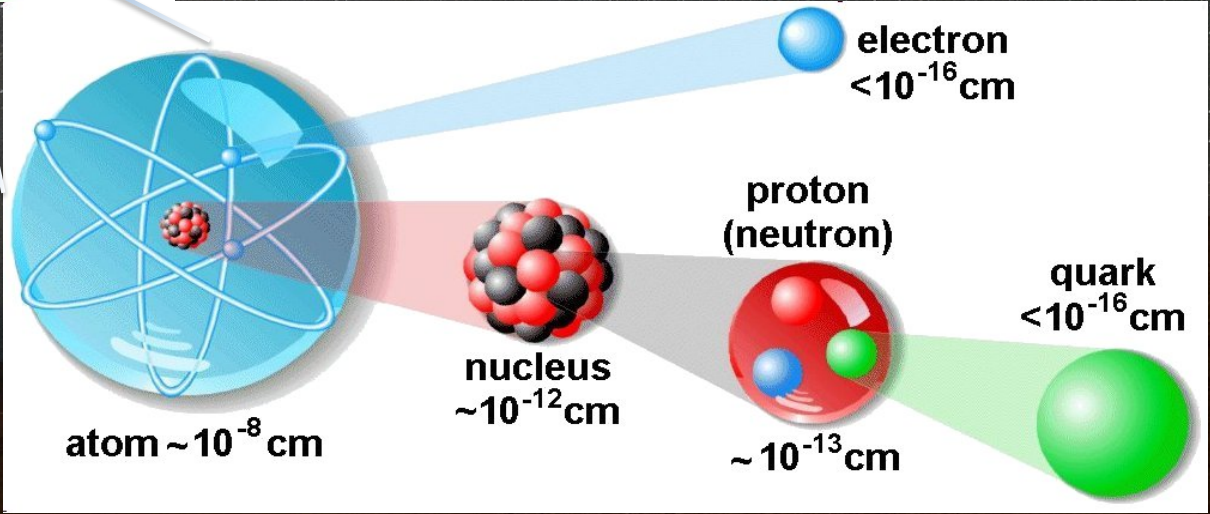
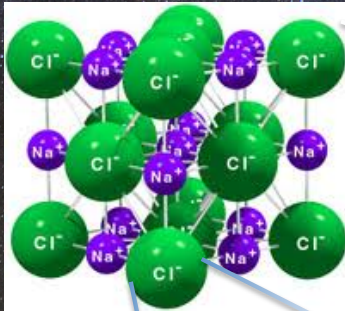
# Rutherford, 1909

“Sparo” all'atomo, usando particelle  $\alpha$  come proiettili e osservando la loro deviazione.

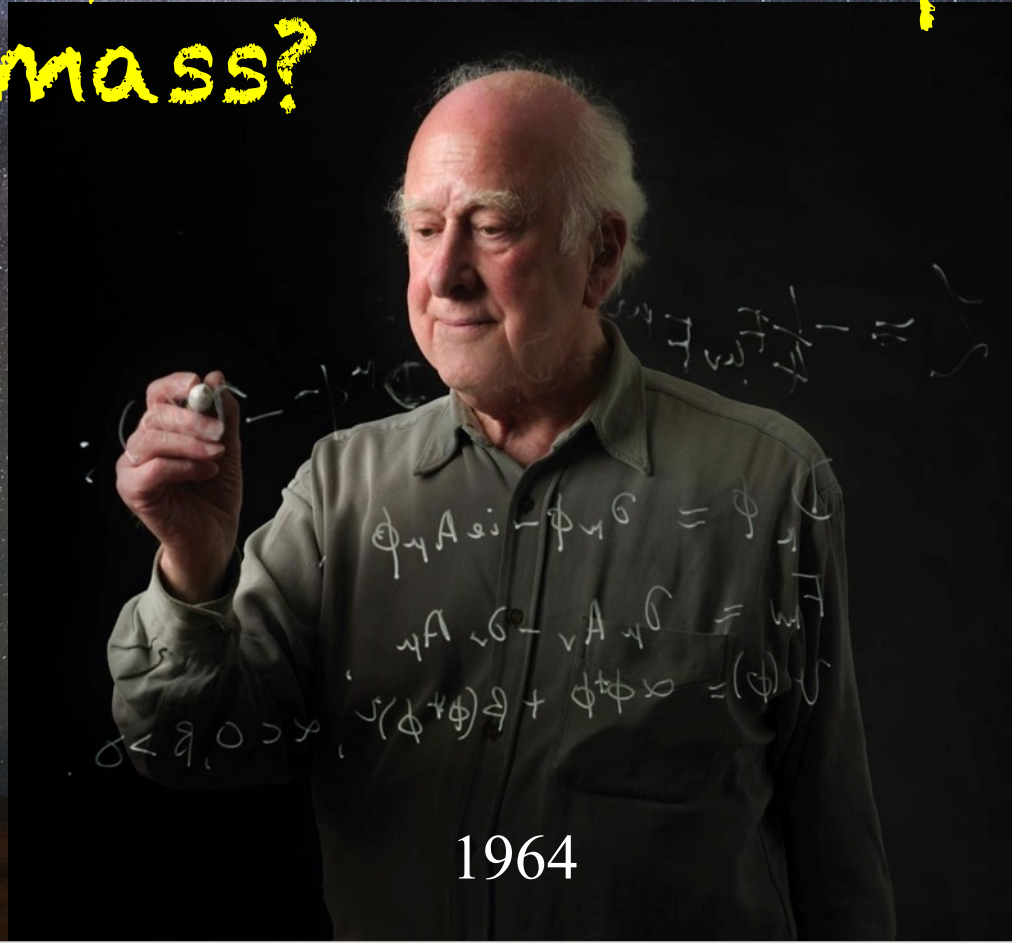
→ **L'atomo contiene un nucleo con carica positiva di raggio  $<10^{-15}$  m**



# L'infinitamente piccolo



# How do fundamental particles attain mass?



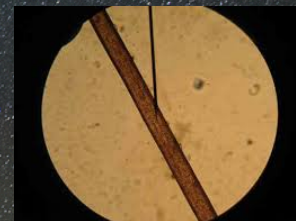
1964

# Di che dimensioni parliamo?

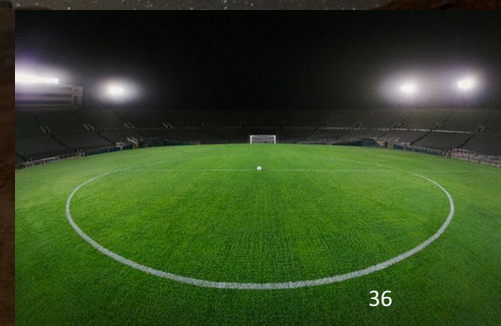
#1 Se un elettrone pesasse come una moneta da 5 centesimi un protone peserebbe come 4 litri di latte



#2 Possiamo allineare 100000 atomi lungo Il diametro di un capello

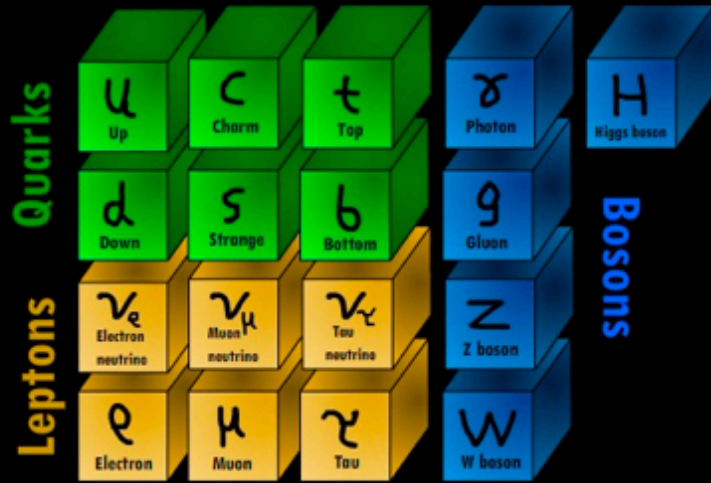


#3 La proporzione tra nucleo ed elettroni e la stessa di una biglia al centro di un campo da calcio

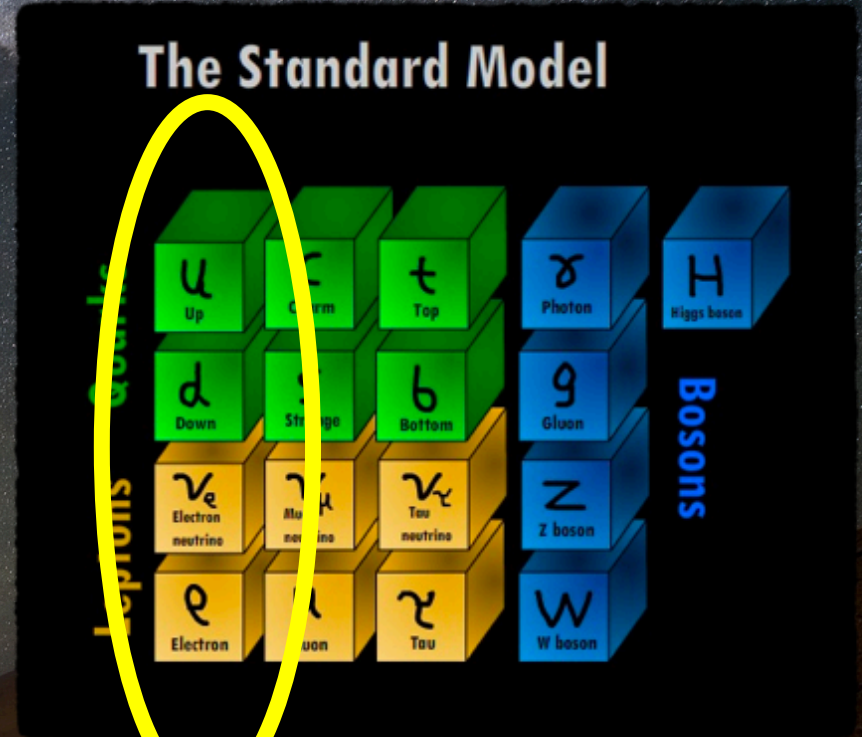
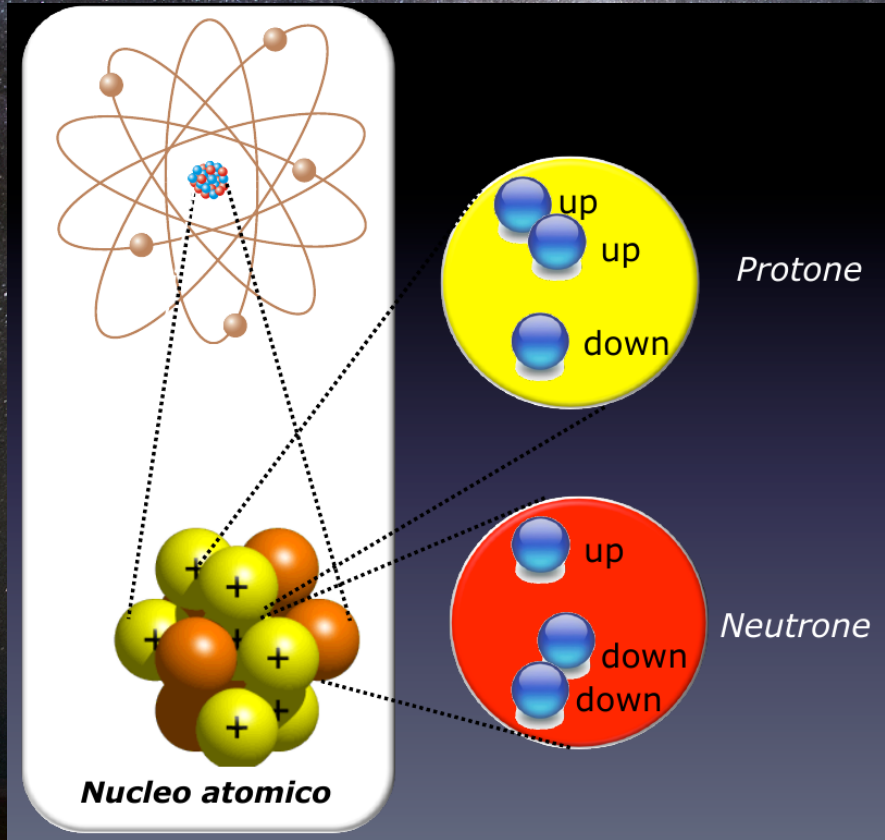


# IL Modello Standard

## The Standard Model

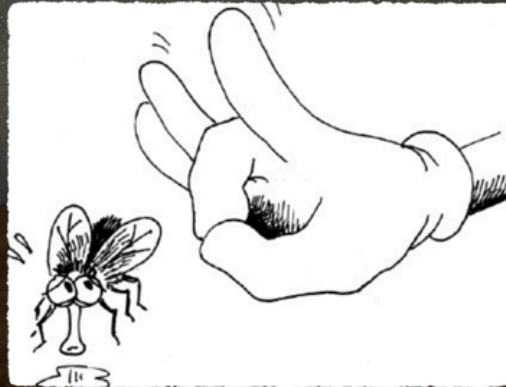
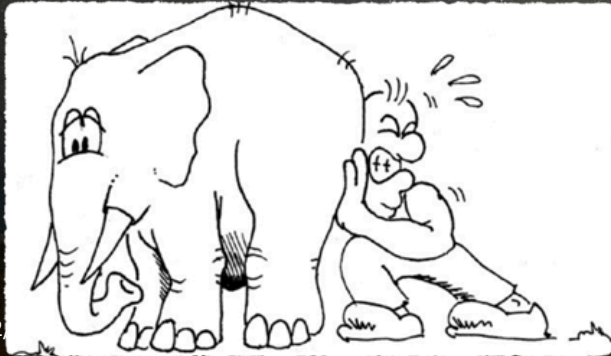


# La Materia Ordinaria



# Interazione tra particelle

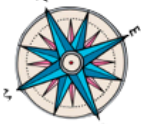
- Le particelle interagiscono tramite lo scambio di forze
- Quando applichiamo una forza ad un oggetto modifichiamo il suo stato di moto
- Minore la massa maggiore sarà l'effetto della forza



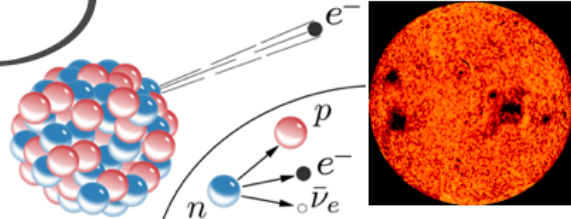
# I Fantastici QUATTRO



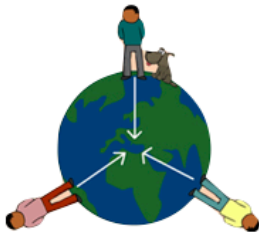
ELECTROMAGNETIC ( $I=1$ )



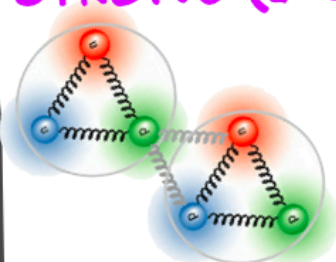
WEAK ( $I=10^{-3}$ )



GRAVITATIONAL ( $I=10^{-36}$ )



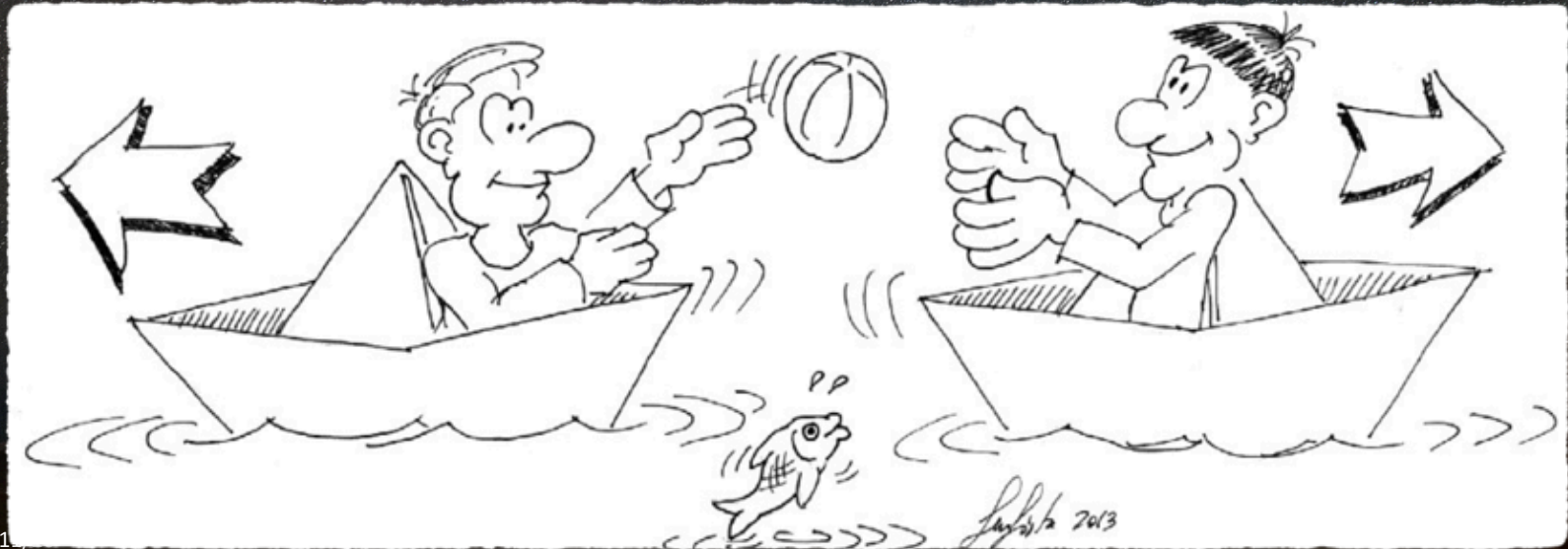
STRONG ( $I=100$ )





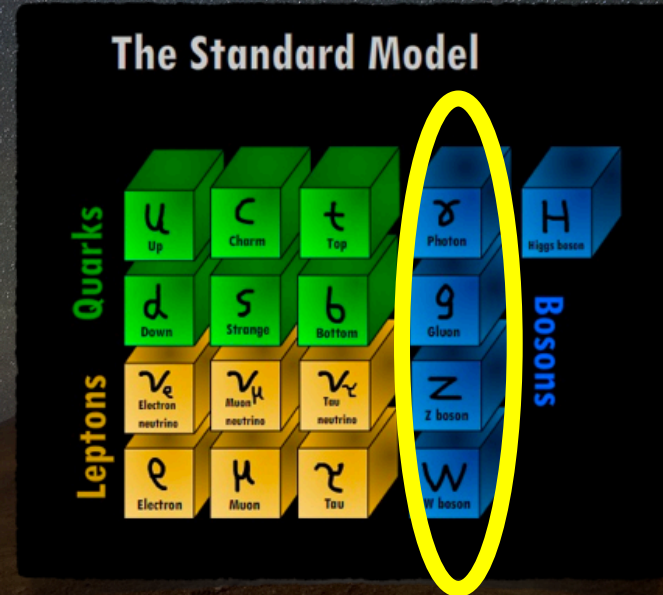
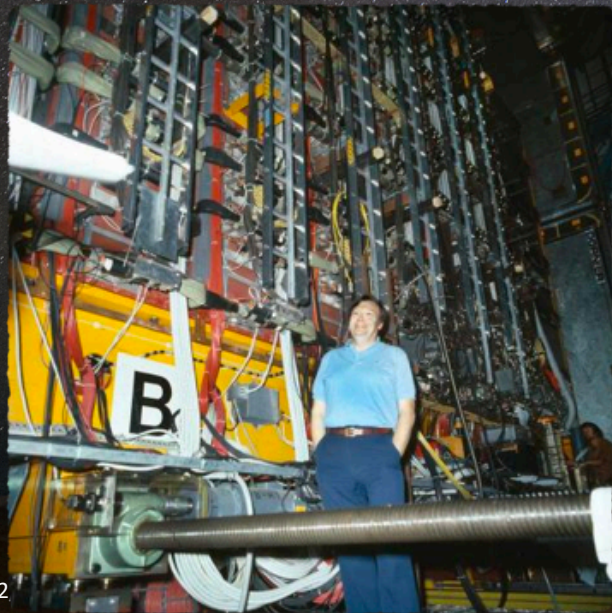
# Mediatori di Forze

L'interazione delle forze avviene tramite lo scambio di una particella così come palle da basket lanciate tra due barche sull'acqua



# I bosoni Mediatori W e Z

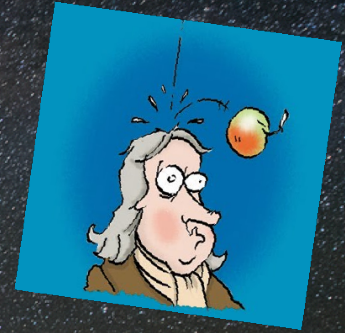
- Sono i mediatori della forza debole
- Hanno una massa di circa 80-90 GeV e sono stati osservati per la prima volta al CERn negli anni '80



# La Massa delle Particelle

Meccanica classica (I. Newton, 1687):

**massa = quantità di materia**



Meccanica relativistica (A. Einstein, 1905):

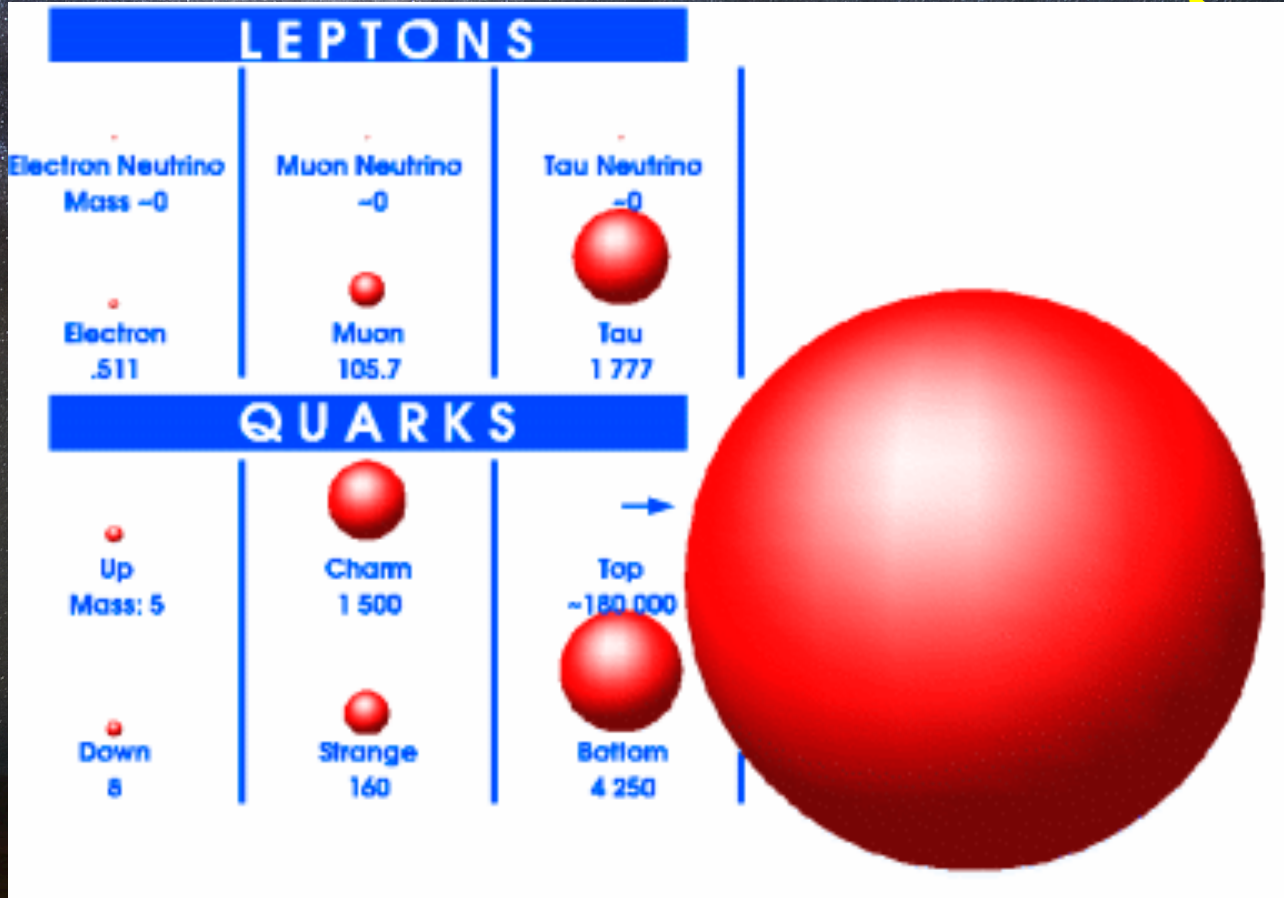
**massa = energia**



# La Massa delle Particelle

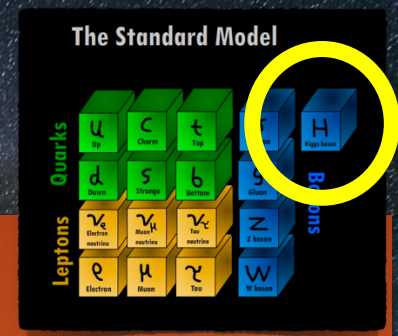
**Per noi oggi la massa è una  
proprietà intrinseca delle particelle:  
massa = energia di una particella a  
riposo**

# Particelle di un certo peso!



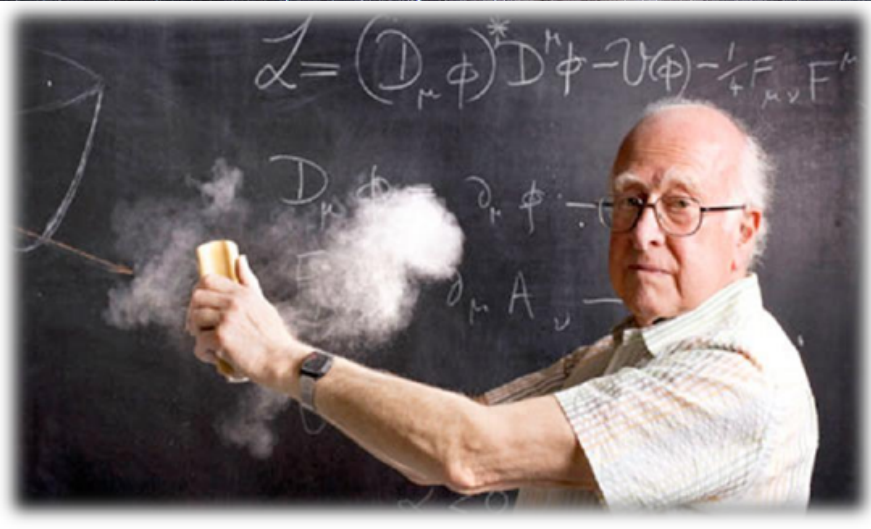
# L'idea di Mr. Higgs

Le particelle che interagiscono con il campo di Higgs vengono rallentate



Più una particella “sente” il campo di Higgs, maggiore è la sua massa

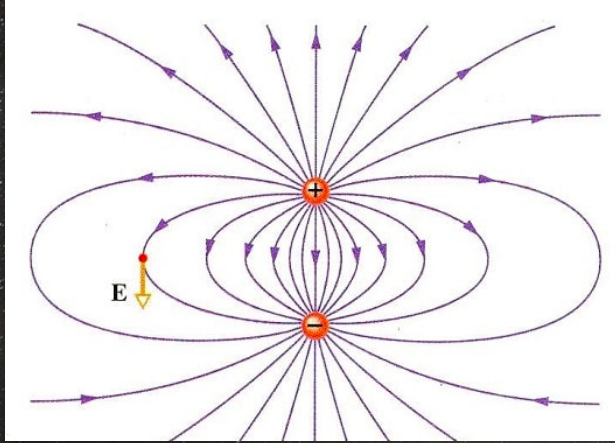
# L'idea di Mr. Higgs



**Idea chiave:  
Il campo di Higgs si incolla  
alle particelle e crea la loro  
massa**

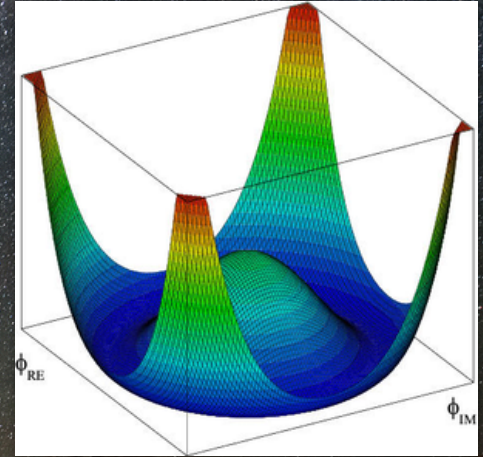
# Campi e Particelle

Il **campo elettrico** ha una direzione.



Il **fotone** è la “prova” del campo elettromagnetico.

Il **campo di Higgs** è uno scalare.



La **particella di Higgs** è la “prova” del campo di Higgs.

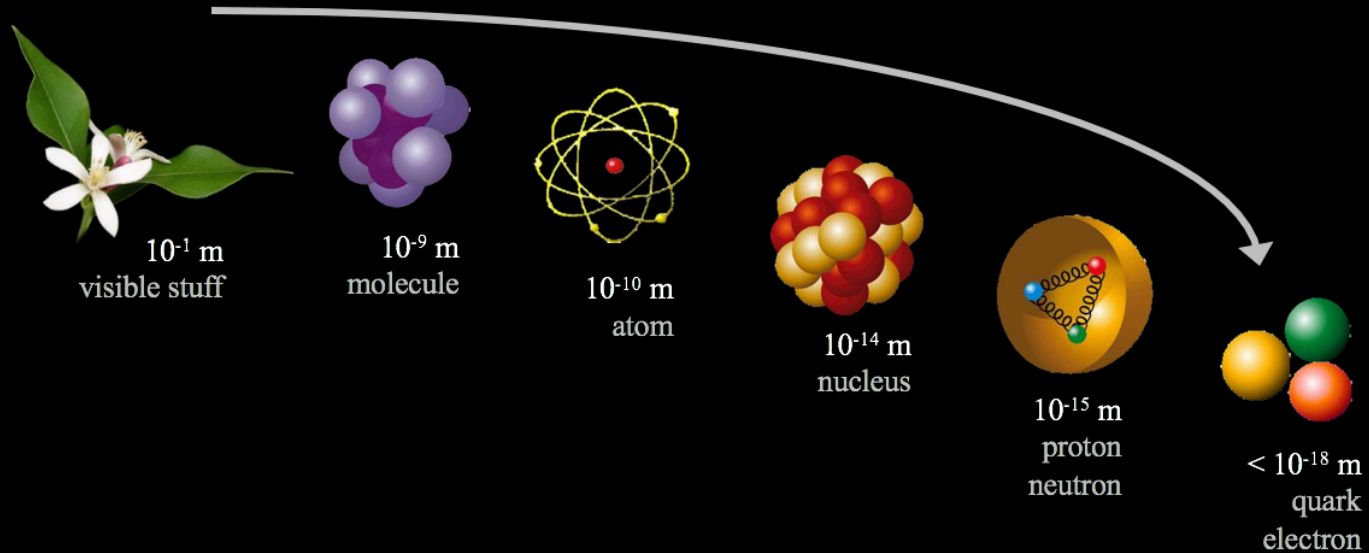


Ci sono ancora un'infinita'  
di cose che non conosciamo

Why do we  
exist at all?

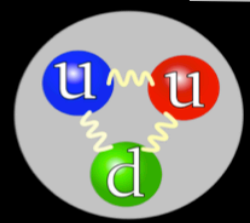
Ci sono ancora un'infinita' di cose che non conosciamo

## What are we made of?

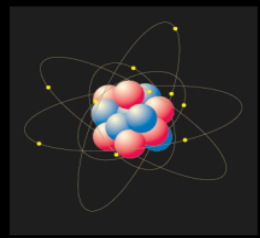


Ci sono ancora un'infinita' di cose che non conosciamo

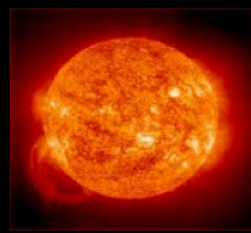
# Why is gravity so weak?



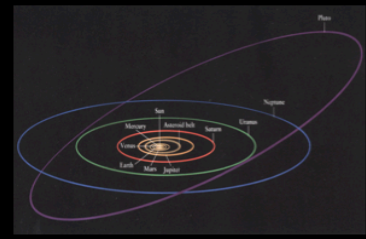
Strong Nuclear  
60



Electromagnetism  
1



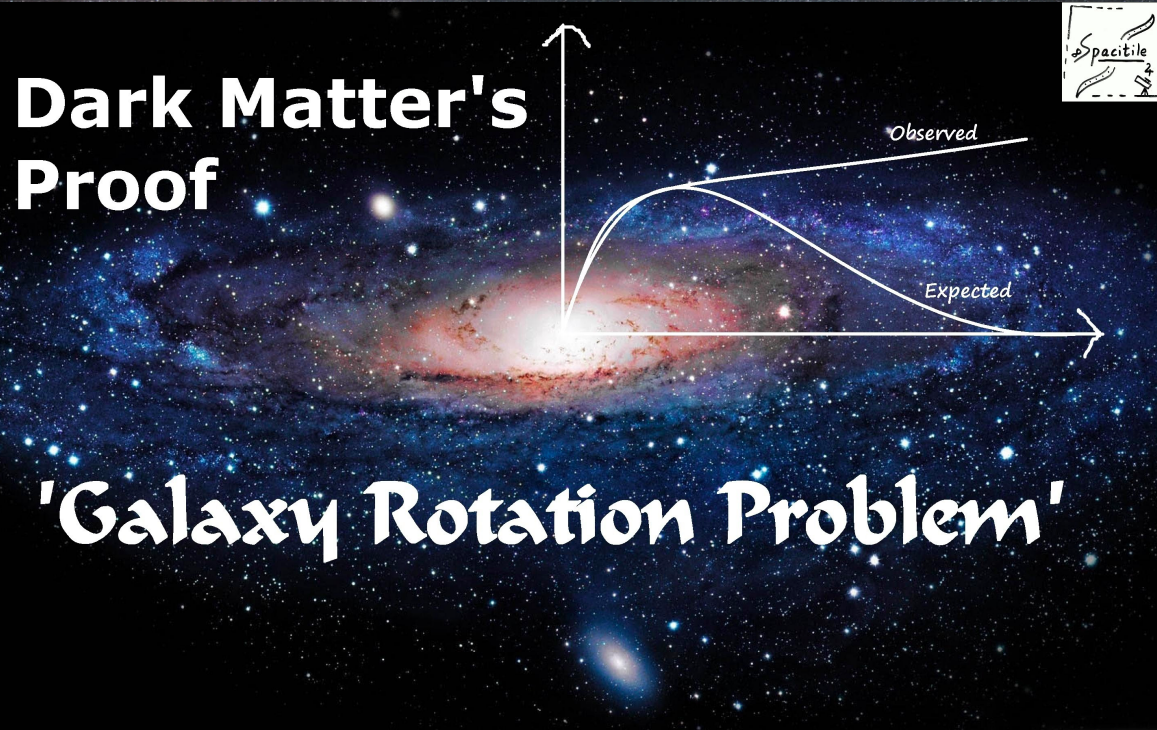
Weak Nuclear  
 $10^{-4}$



Gravity  
 $10^{-41}$

Relative force strengths specified at scale of quarks and gluons

Ci sono ancora un'infinita' di cose che non conosciamo



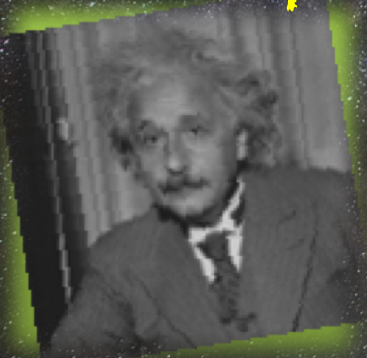
# Qual è il motore della ricerca?

La curiosità umana...

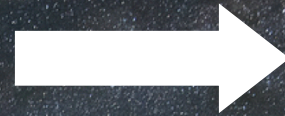


Ma una più profonda comprensione della  
natura si  
traduce inevitabilmente in sviluppi pratici di  
grande utilità

# Moltissime applicazioni nella vita quotidiana



Relatività



Elettromagnetismo



# World Wide Web

1990 T.Berners Lee che lavorava al CERN ha inventato WWW:

originalmente concepito per uno scambio istantaneo di informazioni tra ricercatori di differenti Laboratori e Università impegnati negli stessi progetti scientifici





# Fisica degli acceleratori → Applicazioni in Medicina