

# UFO ROBOT RAGGI COSMICI



Nel cielo ci sono migliaia di satelliti artificiali che lavorano per noi. Forniscono informazioni sul tempo e sulla composizione delle rocce; trasmettono fotografie, telefonate, programmi televisivi... A proposito, fra qualche anno potremo collegare il nostro televisore ad un satellite, con una piccola antenna e ricevere tutti i programmi del mondo.



Solo una piccola parte dei satelliti ha scopi scientifici, molti invece sono satelliti «spia», per «uso militare» (l'«uso militare» giustifica, purtroppo, le spese enormi). Ma questo consente anche impieghi scientifici sbalorditivi: per esempio i satelliti Landsat fotografano in nove giorni tutta la terra e forniscono così informazioni sull'inquinamento, sulla vegetazione, sui raccolti... E ci sono sonde spaziali che viaggiano per anni per avvicinare e studiare i pianeti; di loro certo presto sapremo di più...



E se sarà più facile andare e tornare, potremo trovare lassù cose che sulla terra non si trovano. Per raccogliere la luce delle stelle, per spedirla sulla terra, per raccogliere la luce delle stelle, per spedirla sulla terra, per raccogliere la luce delle stelle, per spedirla sulla terra...



Gli scienziati lanciano palloni sonda grandi come una casa con a bordo delicati strumenti. I palloni rispetto ai satelliti sono meno costosi ma hanno anche un impiego più limitato. Occorre un'idea geniale per recuperare i satelliti e diminuirne così il costo. L'idea è già realizzata: a novembre partirà un'astronave capace di tornare a missione compiuta.



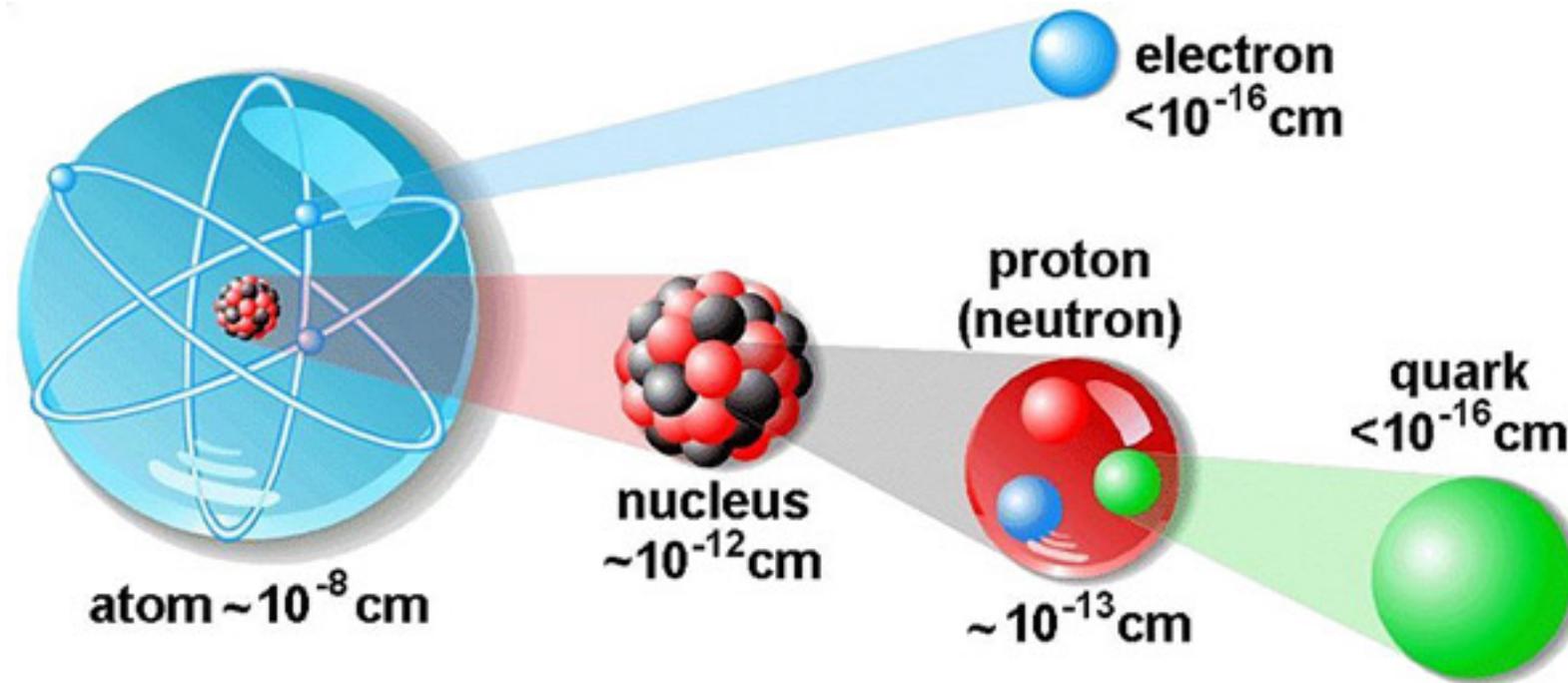
E l'invasione di extraterrestri? E le astronavi nemiche?... Addio guerre stellari! Addio invasioni extragalattiche!... Per ora l'invasione è rimandata. Purtroppo però piccole guerre stellari ci sono, e come! Nel cielo accanto ai satelliti «spia» che mandano informazioni sulla terra ci sono i satelliti «killers», pronti ad accecare o ad «uccidere» i satelliti nemici. Sì, proprio i killer come nel West; in fondo anche i satelliti sono «pionieri» che aprono nuove frontiere.



# Da dove vengono i raggi cosmici

Michele Doro, Università' di Padova

# Siamo fatti di atomi



Sapevate che ci sono piu elettroni in un litro d'acqua che litri di acqua negli oceani?

{ age 13 and up }

BUTTON BADGES



NEW! ALTERNATE UNIVERSE



## QUARKS



### UP QUARK

A teeny little point inside the proton and neutron, it is friends forever with the down quark.



### CHARM QUARK

A charming second generation quark.



### TOP QUARK

This heavyweight champion doesn't live long enough to make friends with anyone.

### DOWN QUARK

A tiny little point inside the proton and neutron, it is friends forever with the up quark.



### STRANGE QUARK

What's so strange about this second generation quark?



### BOTTOM QUARK

This third generation quark is puttin' on the pounds.



## LEPTONS

### ELECTRON-NEUTRINO

This minuscule bandit is so light, he is practically massless.



### MUON-NEUTRINO

Like the other 2 neutrinos, he's got an identity crisis from oscillation.



### TAU-NEUTRINO

He's a tau now, but what type of neutrino will he be next?



### ELECTRON

A familiar friend, this negatively charged, busy li'l guy likes to bond.



### MUON

A "heavy electron" who lives fast and dies young.



### TAU

A "heavy muon" who could stand to lose a little weight.

## FORCE CARRIERS

### PHOTON

The massless wavicle we know and love.



### GLUON

The "glue" of the strong nuclear force.



### Z BOSON

As the carrier particles of the weak nuclear force, they are downright obese.



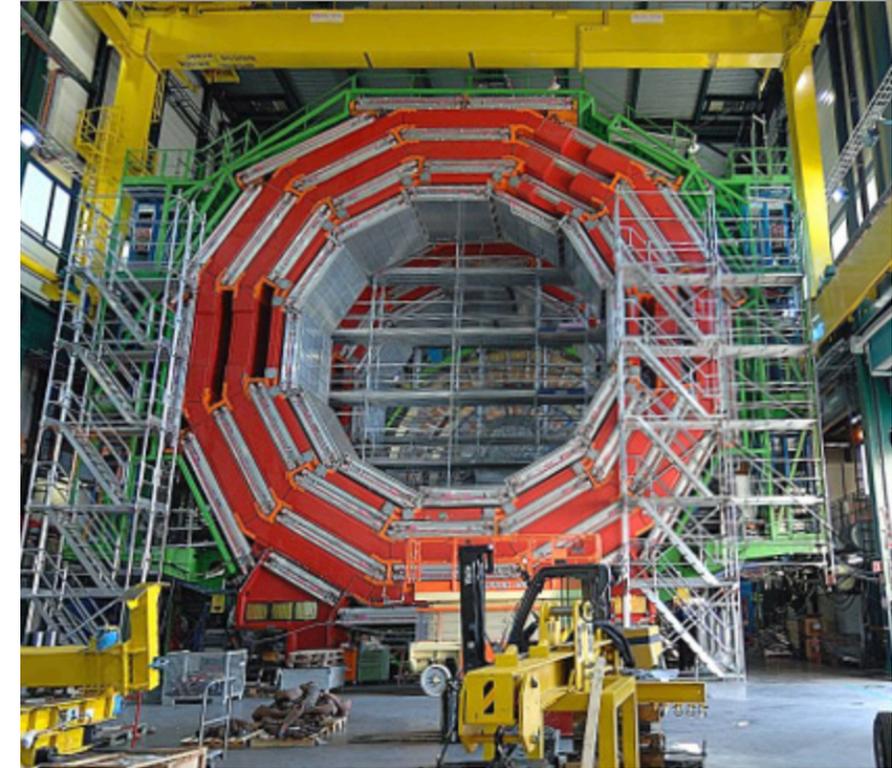
### W BOSON

Come mai  
siamo fatti  
Solo di  
quark  
UP/DOWN  
e  
ELETTRONI?

# Le particelle interagiscono e si trasformano le une nelle altre

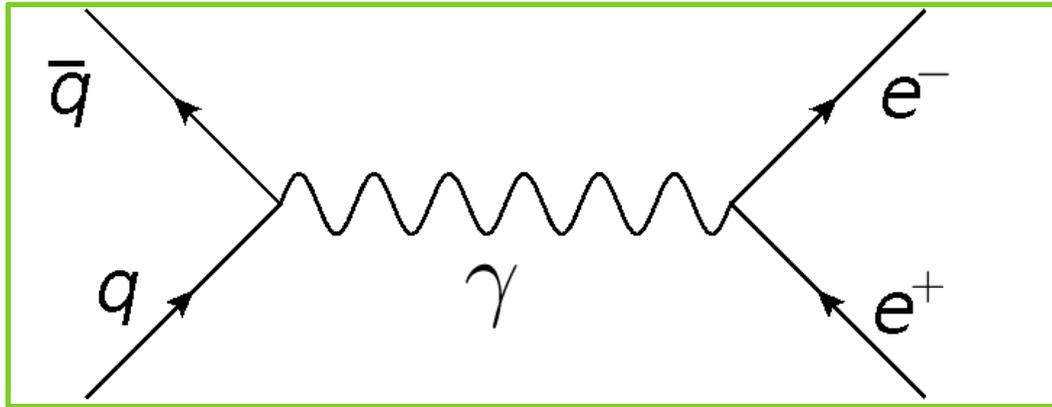


Immagine di interazioni tra particelle elementari



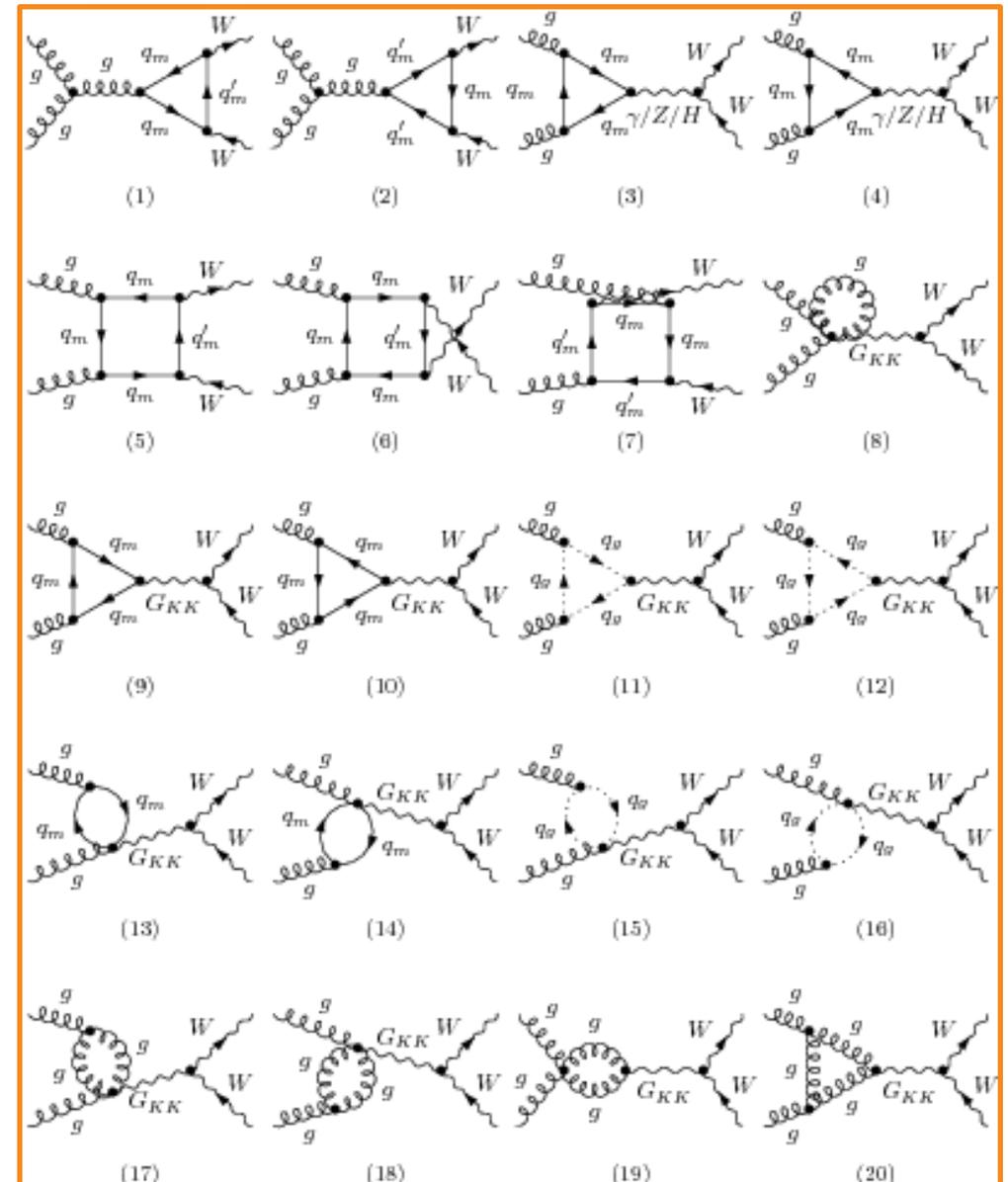
Sezione acceleratore di particelle al CERN

# Le regole di trasformazione non sono poi così tante

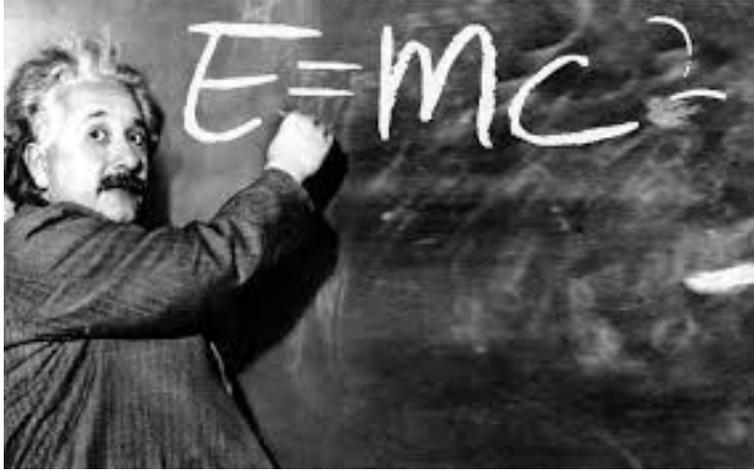


- Un quark e un antiquark si trasformano in una coppia elettrone e positrone
- Alcune sono semplici...

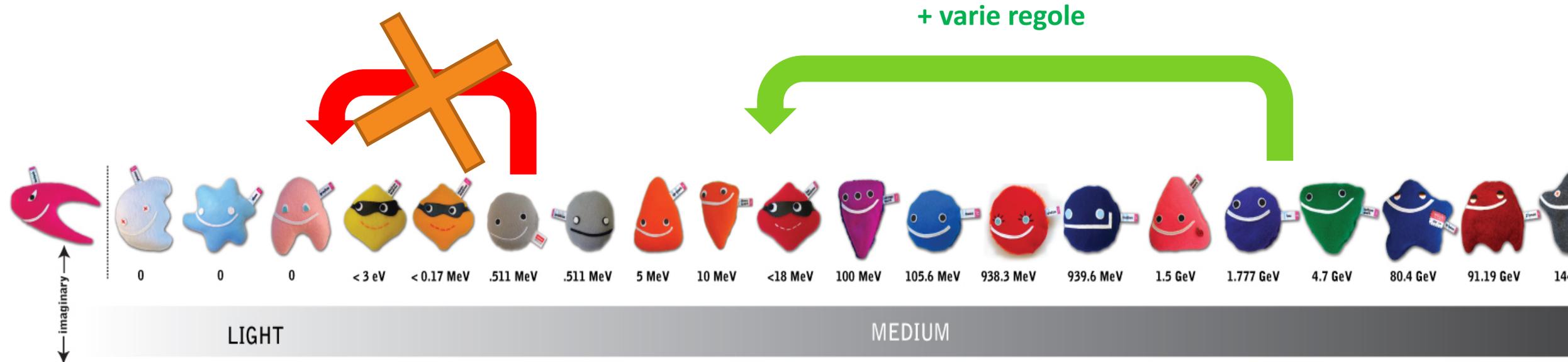
Altre piu complesse →



# Le particelle piu leggere sono piu' stabili



- Le trasformazioni **conservano sempre l'energia totale** (prima e dopo)
- Energia puo' essere sotto forma di:
  - massa
  - cinetica



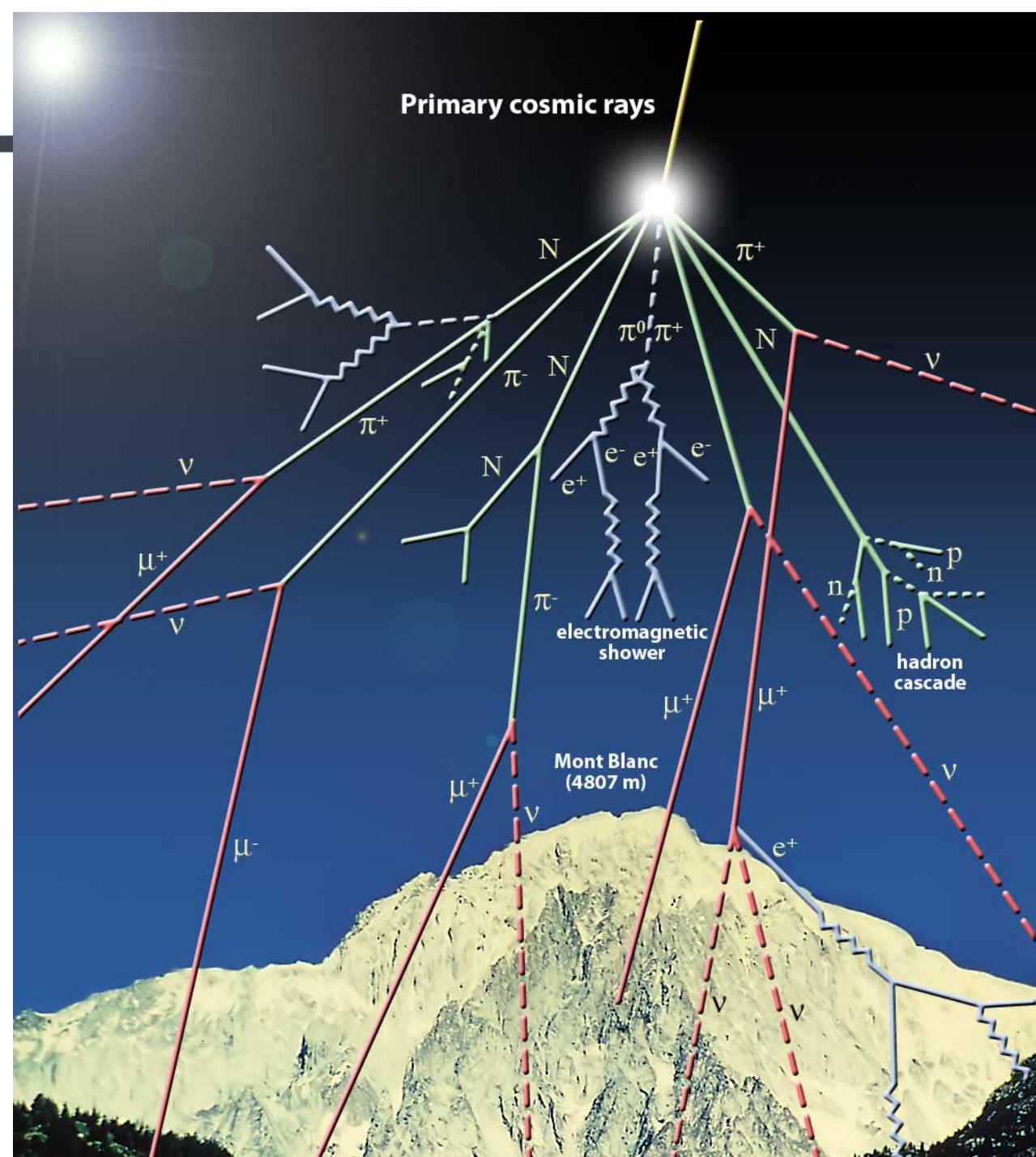
# Raggi cosmici

- Molte di queste particelle arrivano sulla terra dallo spazio profondo
- Hanno energie molte elevate
- Nello spazio vuoto, non incontrano “ostacoli”
- **Nell’atmosfera, si scontrano con molti altri atomi**



# Cascade di particelle

- In ogni momento, sopra la nostra testa si creano **cascade di particelle**
- Il processo che avviene più spesso è:
  - Protone  $\rightarrow$  pione  $\rightarrow$  **muone**
- Più tardi misureremo muoni:
  - Pesa circa come 200 elettroni
  - Vive molto a lungo: circa  $2.2 \mu\text{s}$  (2.2 milionesimi di secondo)



Le cascate di particelle in atmosfera dobbiamo immaginarle così (anche di giorno!), solo che non le vediamo con gli occhi.  
**OGGI LE MISUREREMO CON UNO STRUMENTO**





Cosa sono e da dove vengono i raggi cosmici?

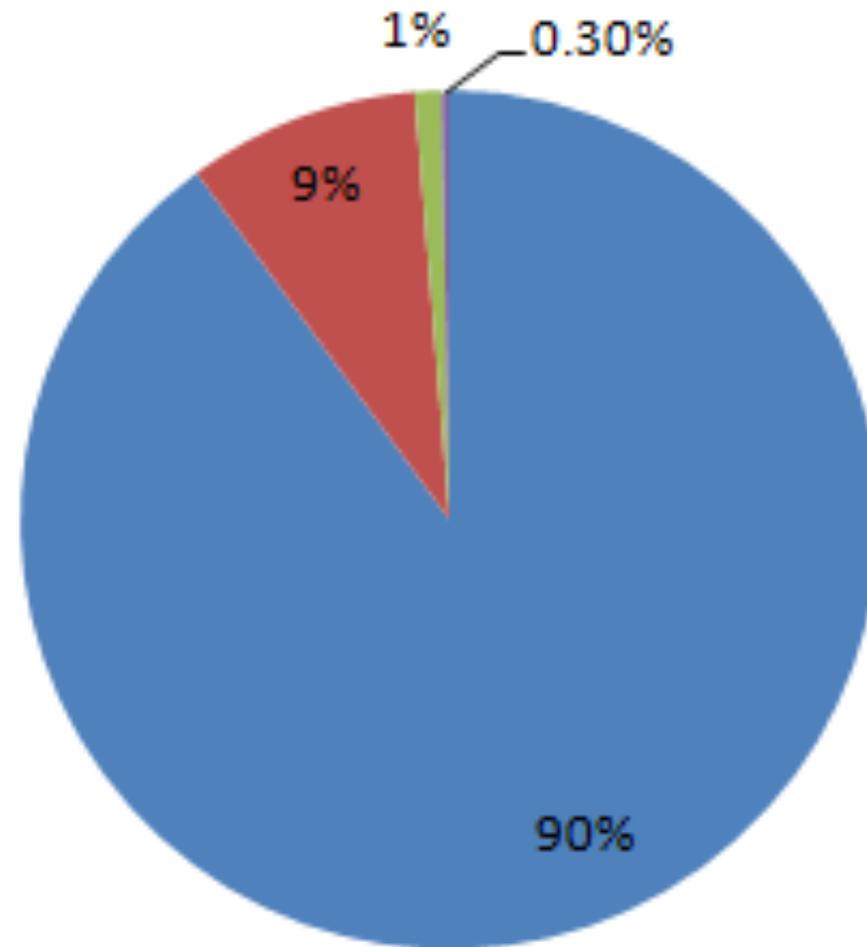
# Composizione

■ Hydrogen Nuclei (protons)

■ Helium Nuclei (alpha particles)

■ Electrons

■ Other



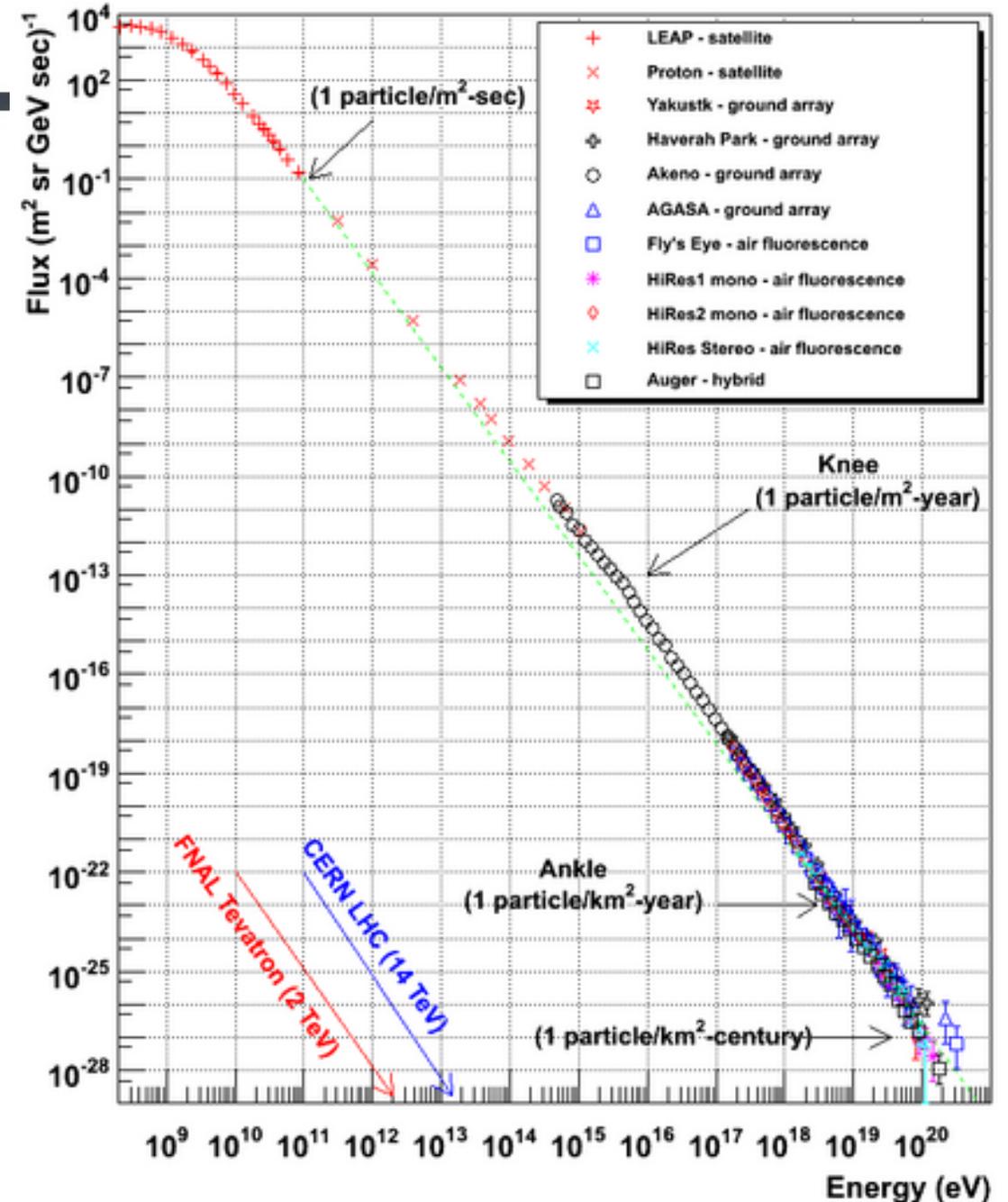
↑  
Sono comunque tanti!!

# ENIGMA DEI RAGGI COSMICI

- Energia (asse x)
  - 12 ordini di grandezza
- Flusso (asse y)
  - 28 ordini di grandezza

## **Esercizio:**

*Energia massima misurata corrisponde a energia di una boccia da 1kg che viaggia a 64km/h*



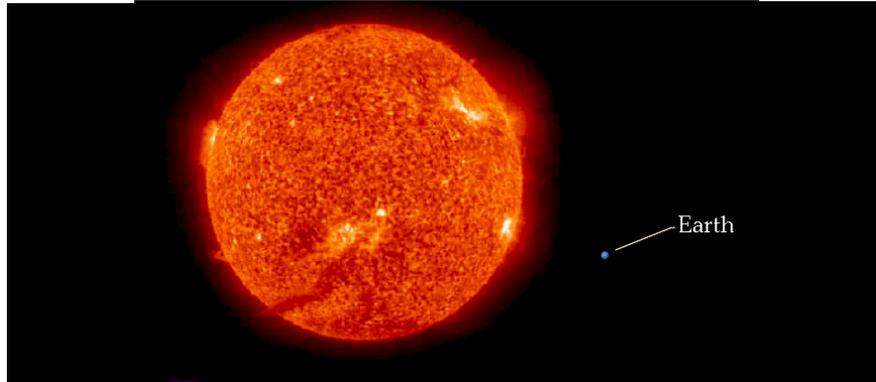
## Lettura consigliata



Alessandro De Angelis

“L'enigma dei raggi cosmici. Le più grandi energie dell'universo”

# PRIMA COSA: GRANDEZZE



- D: Quanto ci mette la luce del sole ad arrivare a noi?
  - R: 8 minuti. Il sole dista 150 Milioni di km = 1 unità astronomica



- D: quanto ci mette la luce ad attraversare la nostra galassia:
  - R: 100mila anni! La nostra galassia è un disco di diametro  $\sim 30$  mila parsec ( $1\text{pc} \sim 3.3$  anni luce  $\sim 300$  miliardi di km)

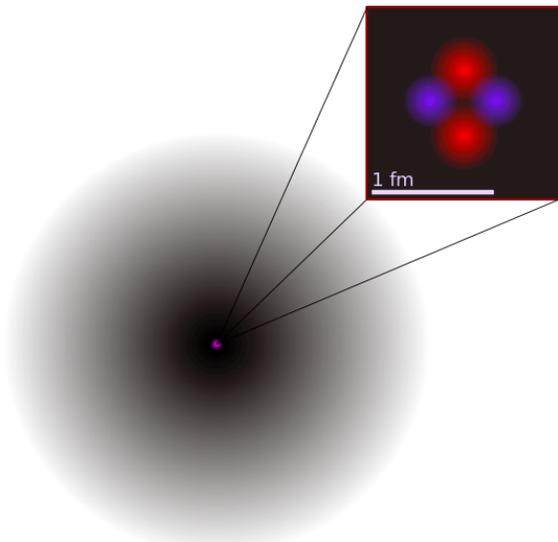


- D: quanto e' distante la galassia più vicina (Andromeda)
  - R: 2.5milioni anni-luce!

# Come e' possibile vedere cosi lontano?



- L'universo e' praticamente "vuoto": la densita' e'  $<1/\text{cm}^3$  (galassie) e  $1/\text{m}^3$  (tra le galassie)\*  
Quindi i "raggi cosmici" possono percorrere grandi distanze nell'universo
- **In sostanza con i raggi cosmici andiamo a vedere quello che succedei in nuclei atomici distanti miliardi di miliardi di km**



1 Å = 100,000 fm

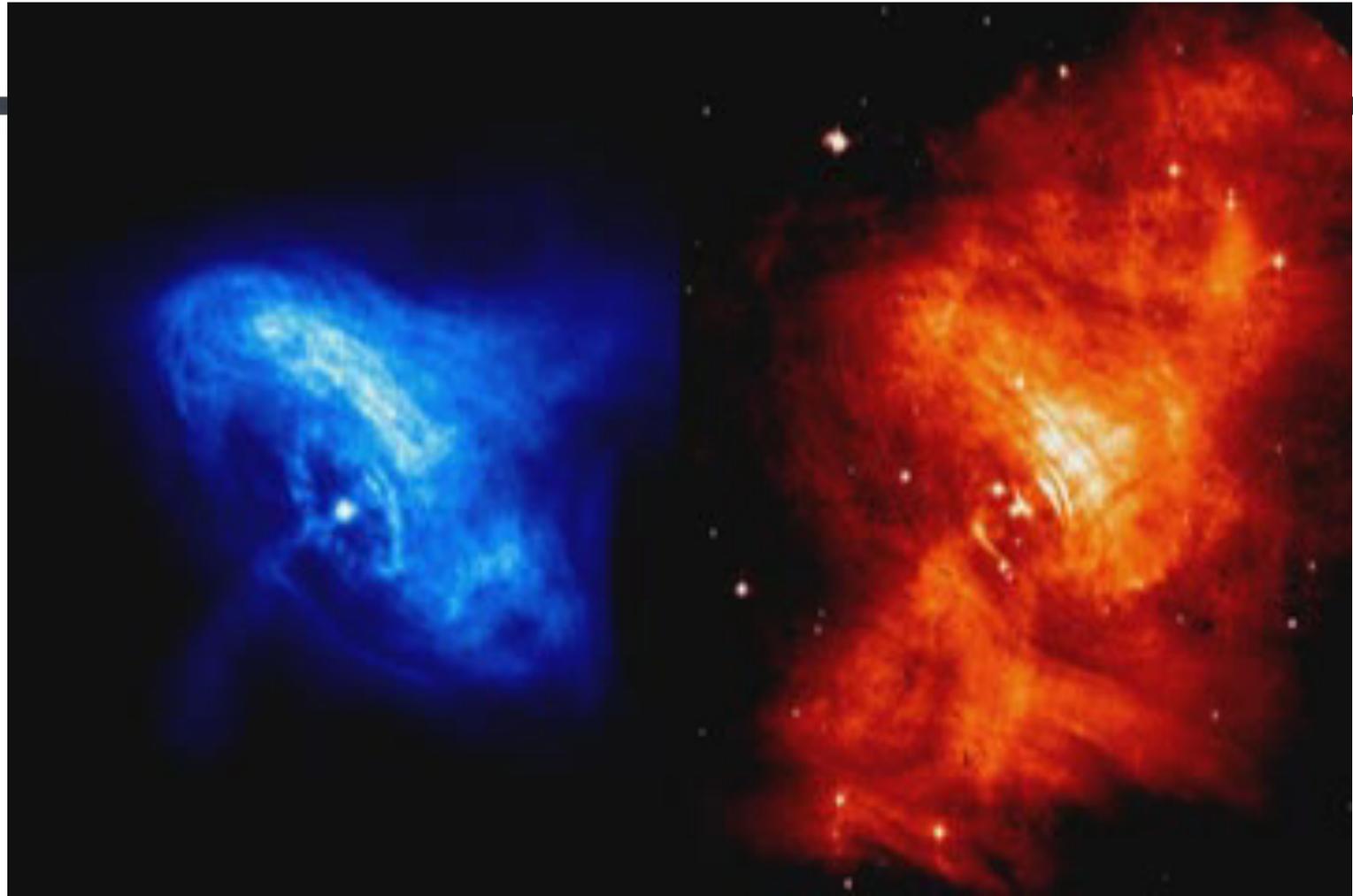
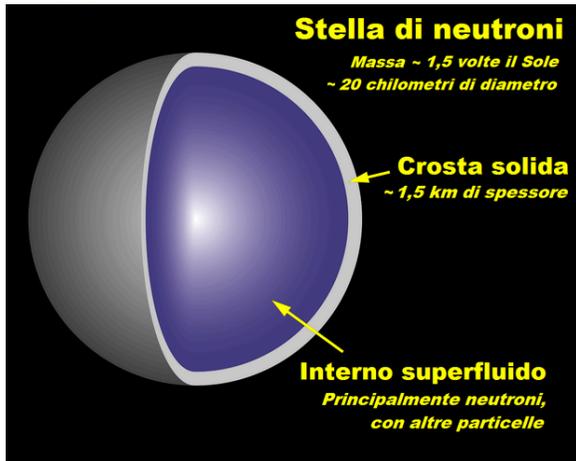
\* In effetti, anche gli atomi di cui siamo fatti sono praticamente vuoti: nucleo e' 1/10000 della dimensione dell'atmo

# Supernovae



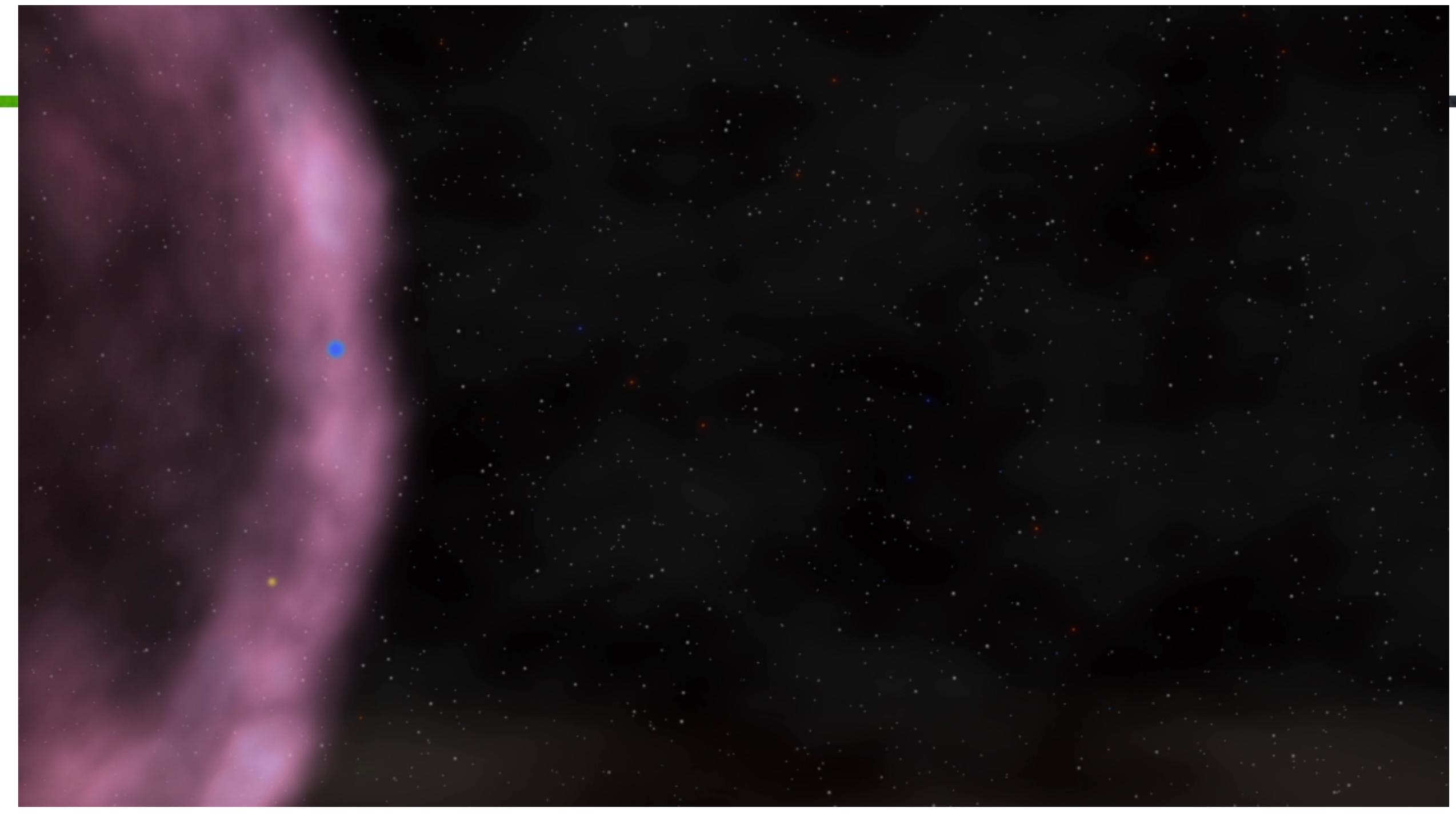
- **Alla fine della vita di una stella** (grande), elettroni liberi si combinano con i protoni:  $e^- + p \rightarrow n + \nu_e$ , finché tutta la materia dalla stella viene convertita **in neutroni**. Il collasso continua finché la densità nucleo raggiunge la densità nucleare. Nessuna ulteriore compressione è possibile
- **La stella può diventare: stella di neutroni o buco nero.**
- Circa metà della massa viene espulsa verso l'esterno e inizia a formare **una nebulosa chiamata Supernova Remnant (SNR).**

# Stelle di neutroni



- La massa di diversi soli dentro una palla di 20km di diametro!
- Ruotano fino a migliaia di volte al secondo
- Campi magnetici incredibilmente alti

Densita' e' 10mila miliardi volte superiore a quella della terra



# SIAMO FATTI DI STELLE!

- Tutti gli elementi piu' pesanti del ferro sono stati prodotti esclusivamente da esplosione stellare
- Si sono propagati nell'universo e piovuti sulla terra
- Ora sono elementi indispensabili per i processi biologici

**ET**  
Einaudi

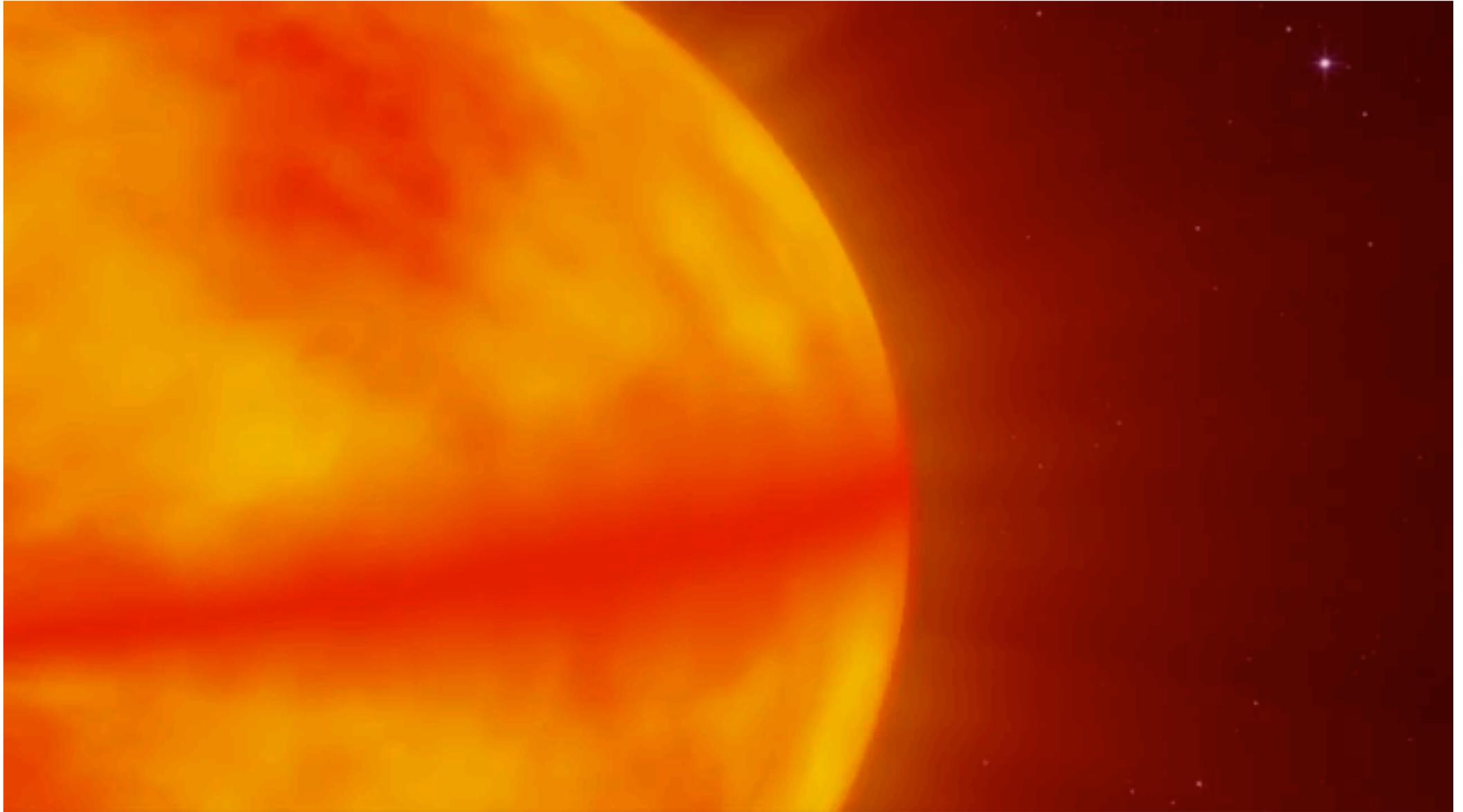
**Margherita Hack**

con Marco Morelli

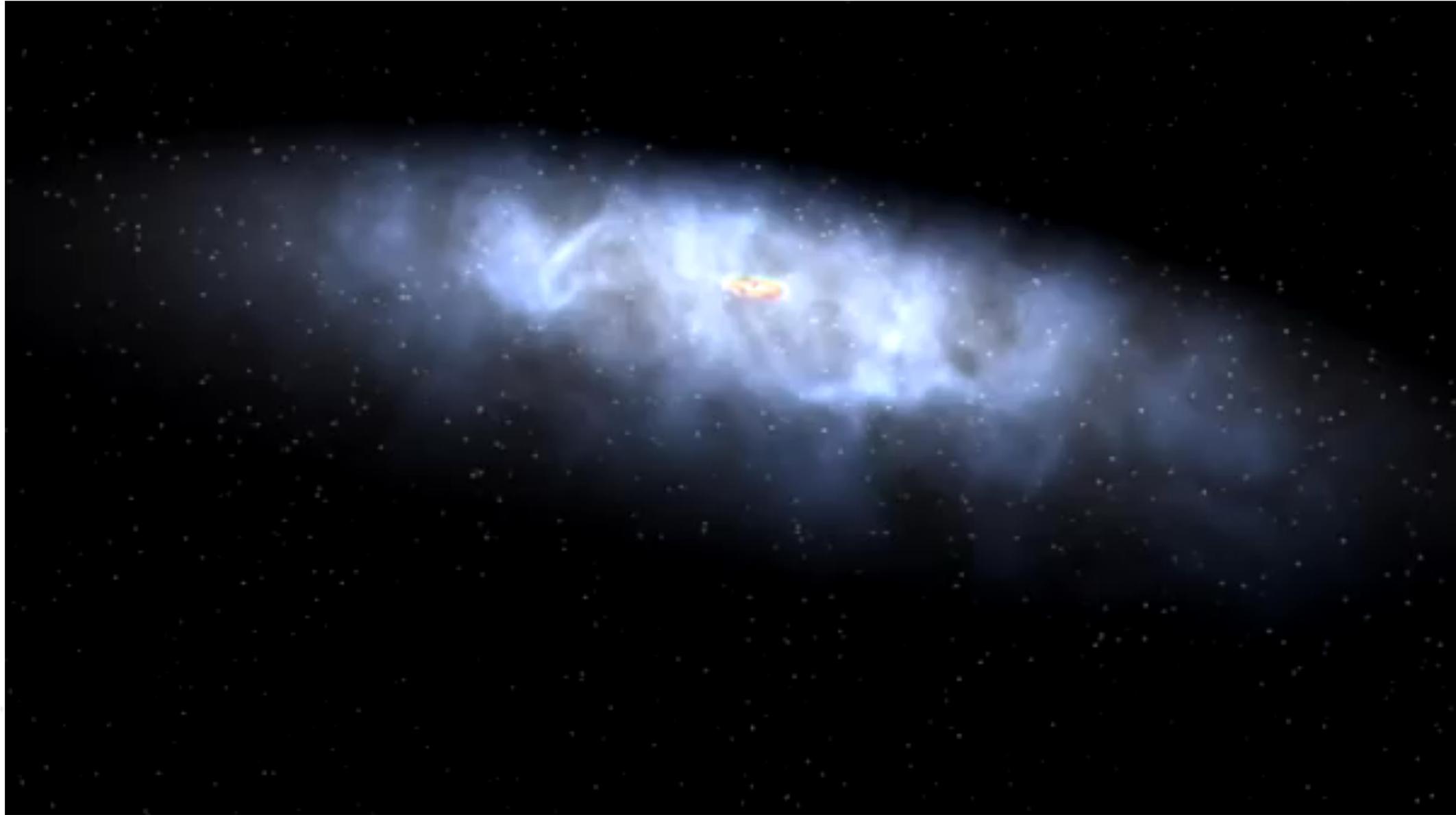
**SIAMO FATTI DI STELLE**

Dialogo sui minimi sistemi

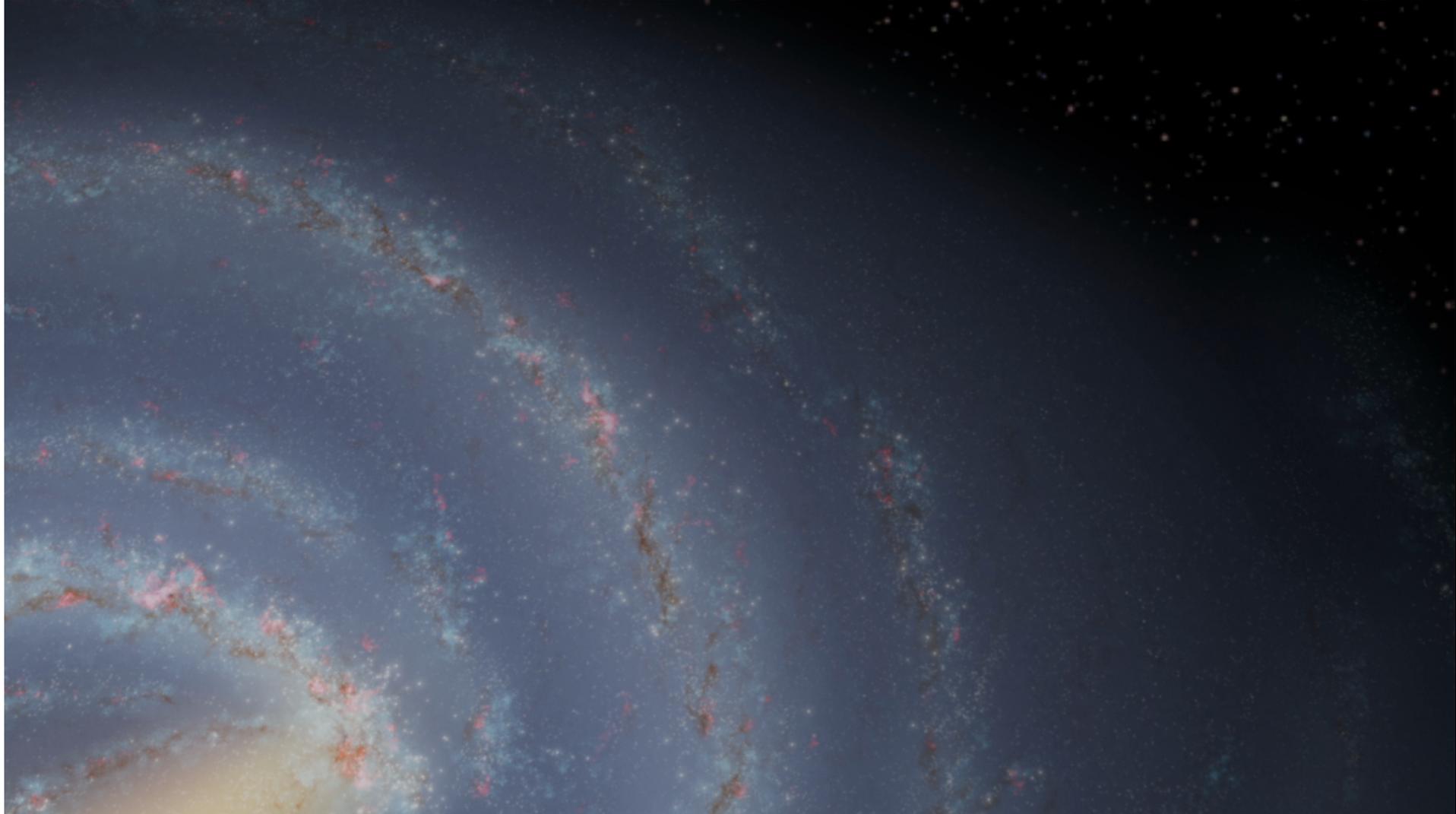
# OGGETTI BINARI



# BUCHI NERI IN GALASSIE LONTANE



# Fotoni o particelle cariche?





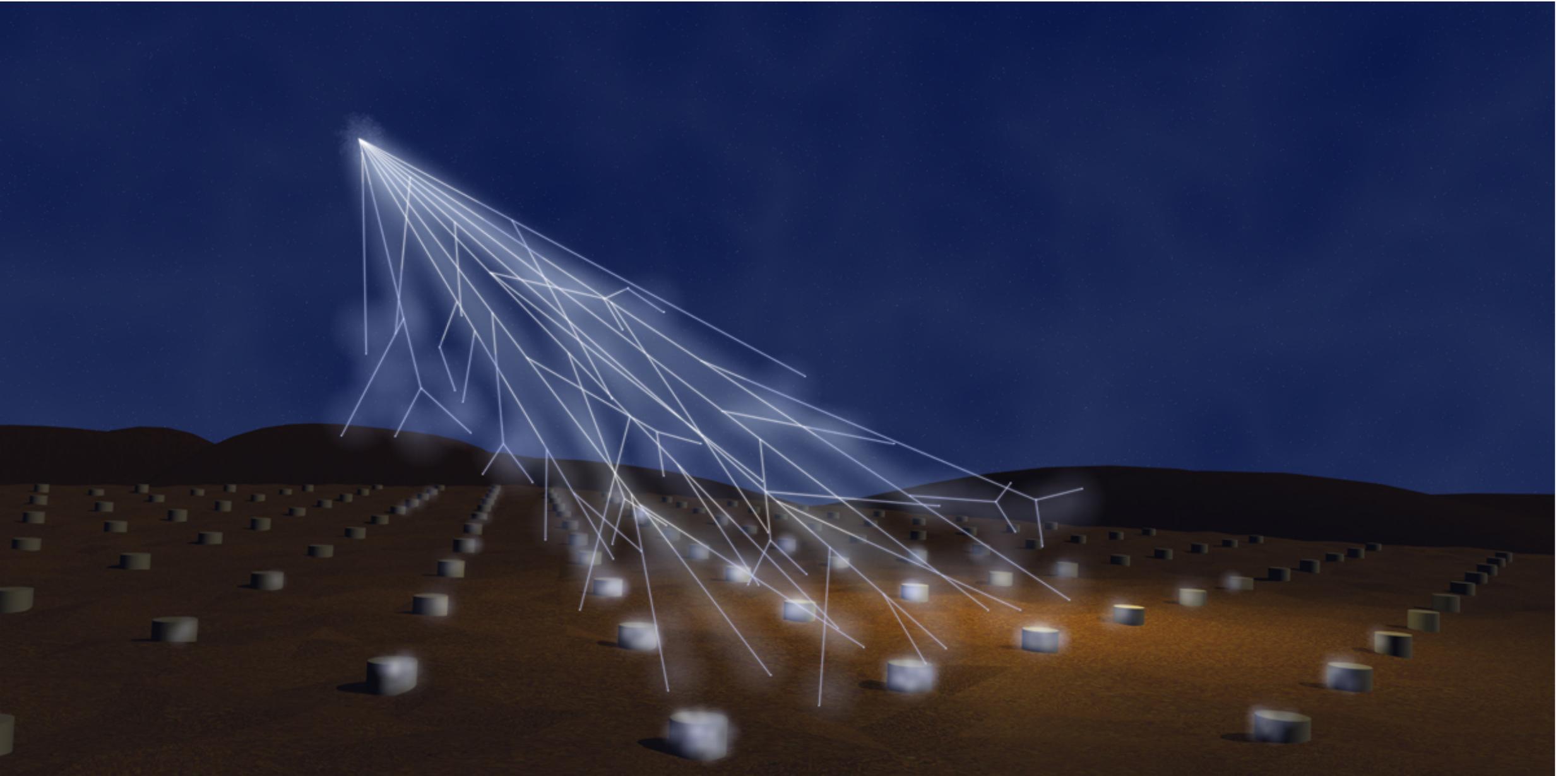
Come li osserviamo questi raggi cosmici?

# Strumenti

- Due grandi categorie:
  - Quelli che misurano le particelle nelle cascate
  - Quelli che misurano la luce nelle cascate



# Chi misura le particelle...



# Chi misura la luce: MAGIC

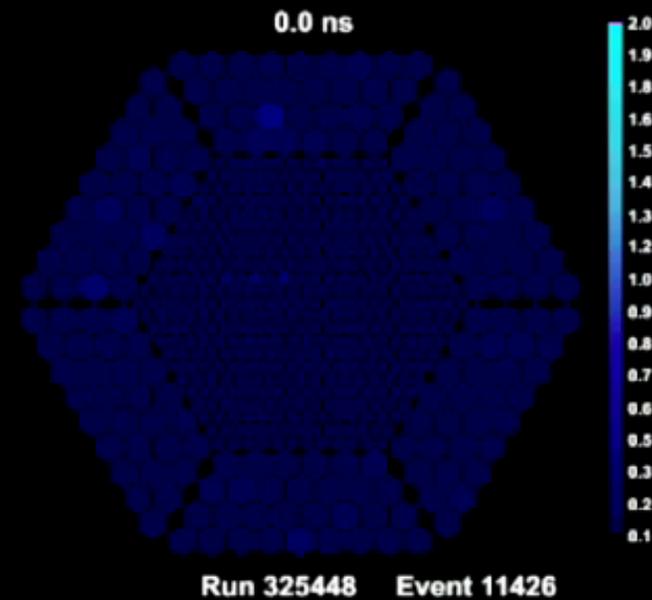
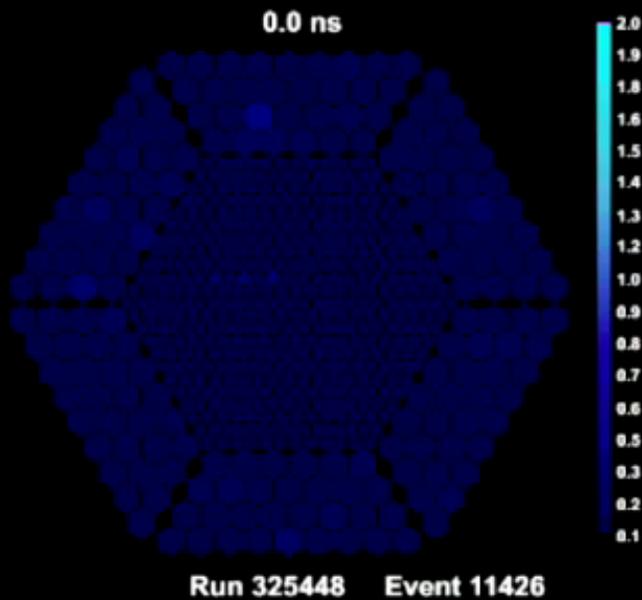




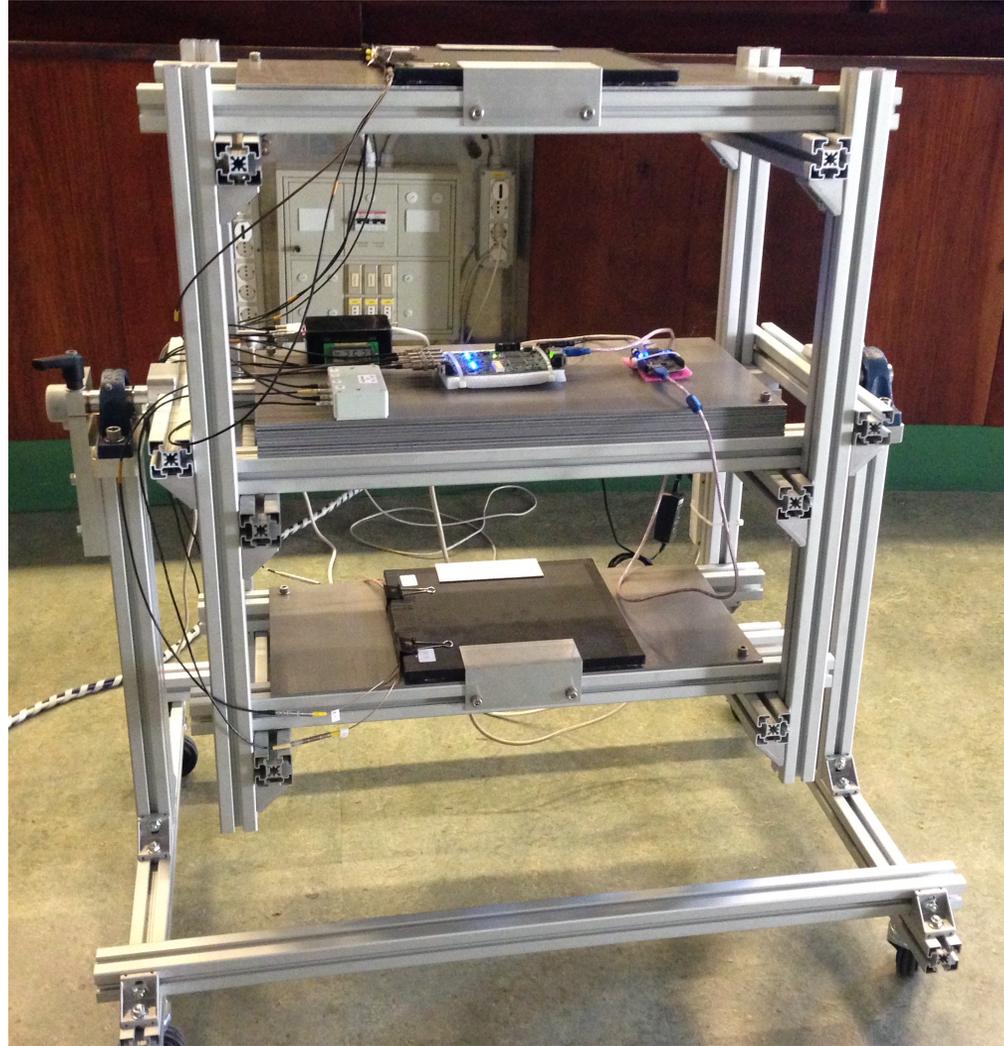
1 foto al secondo



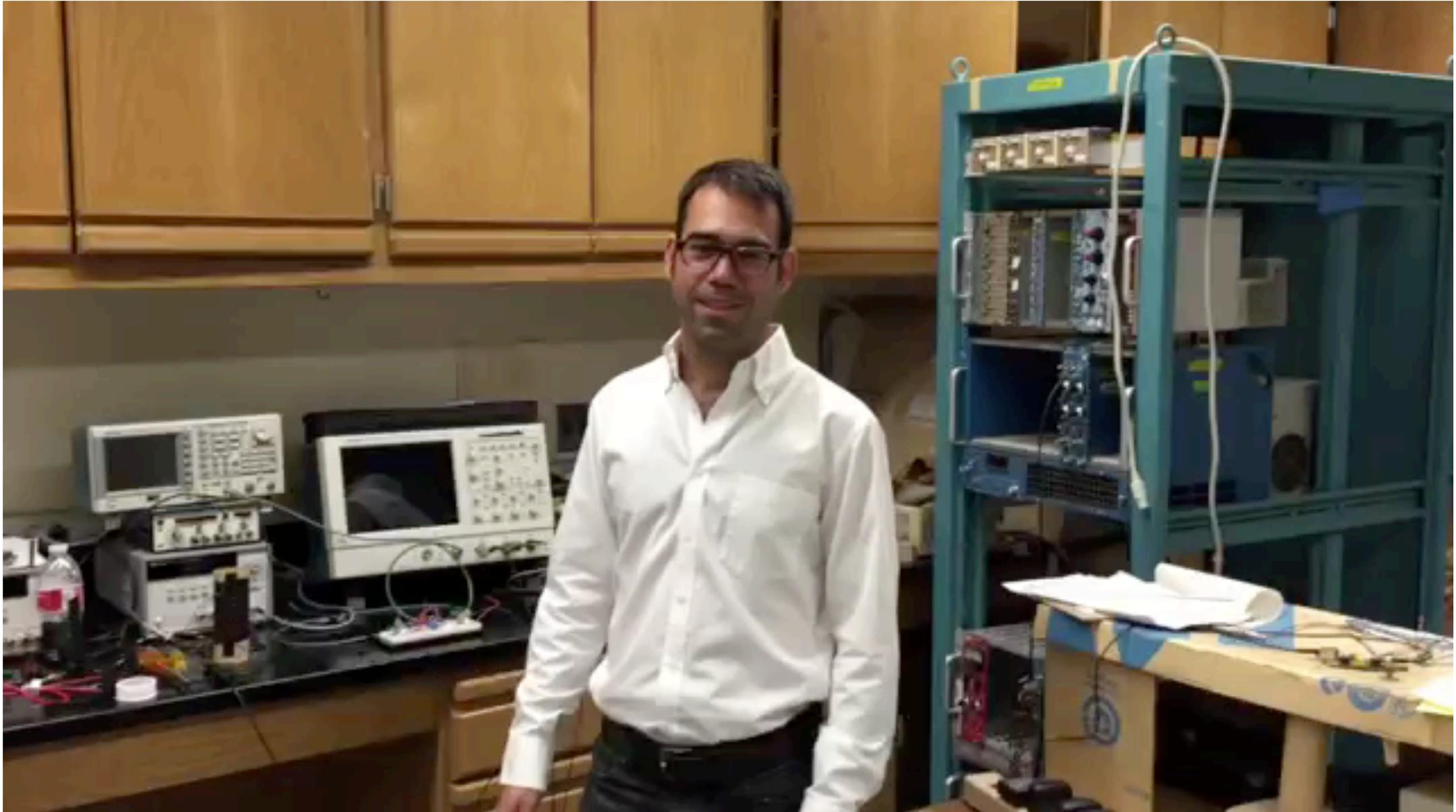
2 miliardi di foto al secondo!



# Oppure qualcosa di piu piccolo



# Oppure usando il vostro smartphone! (crayfis.io)



E ora... “ANDIAMO A MISURARE...!”



GRAZIE!!!