



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO  
DIPARTIMENTO DI FISICA

## Rivelare e rivelatori



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare  
Laboratorio Acceleratori e Superconduttività Applicata

Simone Manenti  
[simone.manenti@unimi.it](mailto:simone.manenti@unimi.it)

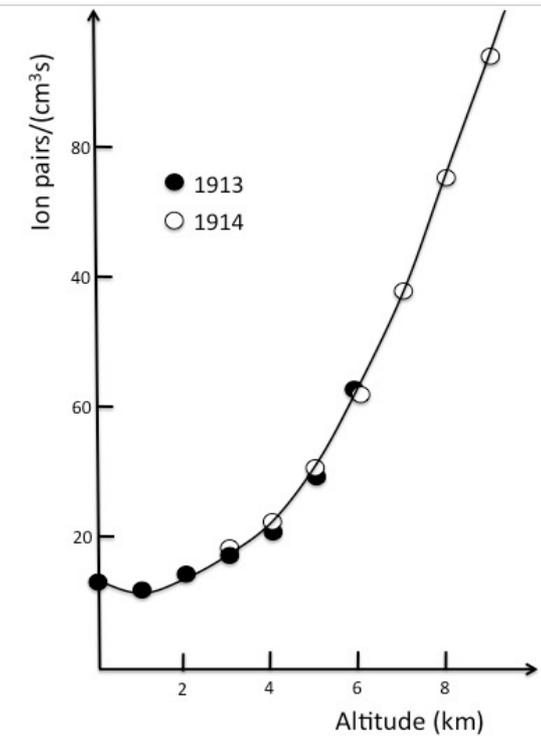
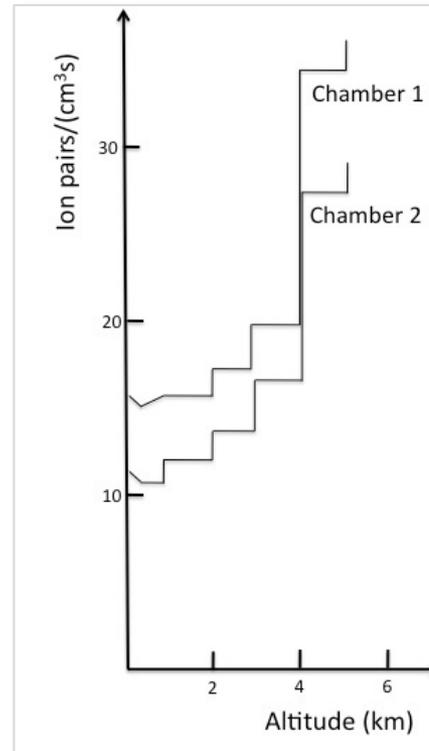
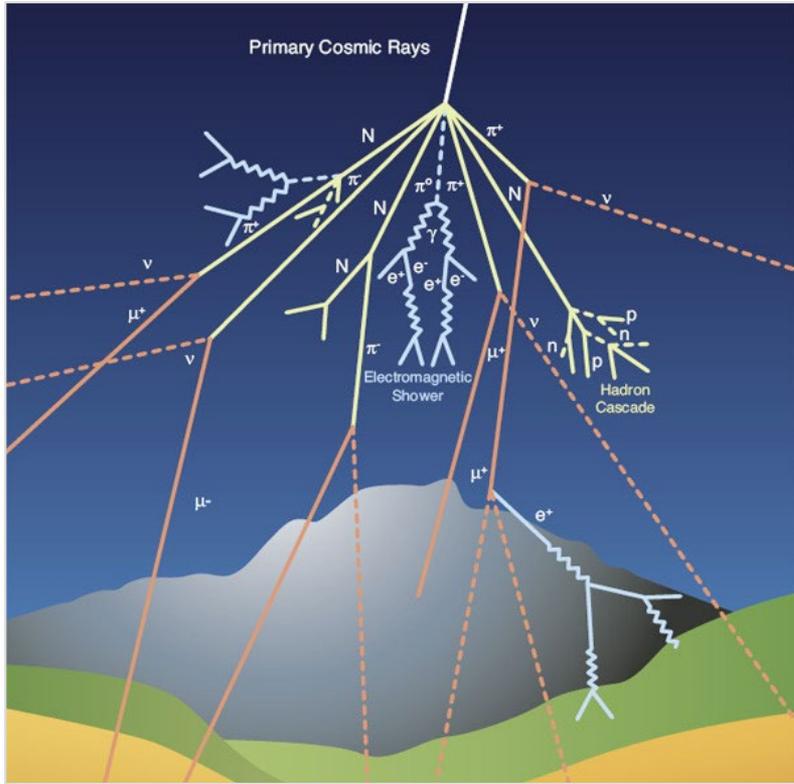
# Radiazioni ionizzanti

*«La radiazione ionizzante è la radiazione che trasporta abbastanza energia da liberare elettroni da atomi o molecole, ionizzandoli. La radiazione ionizzante può essere composta da **particelle subatomiche o ioni o atomi** che si muovono ad alte velocità, o anche **onde elettromagnetiche** nell'estremità più energetica dello spettro elettromagnetico»*

*- Wikipedia -*



# Raggi cosmici

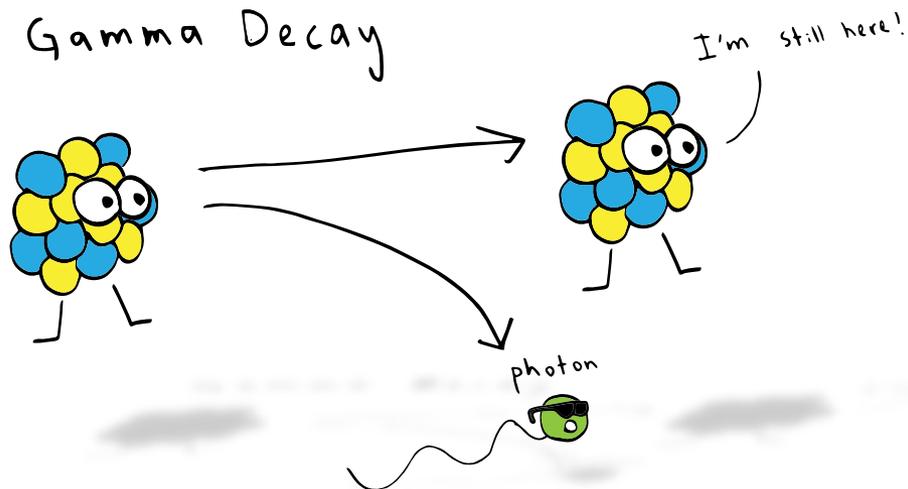
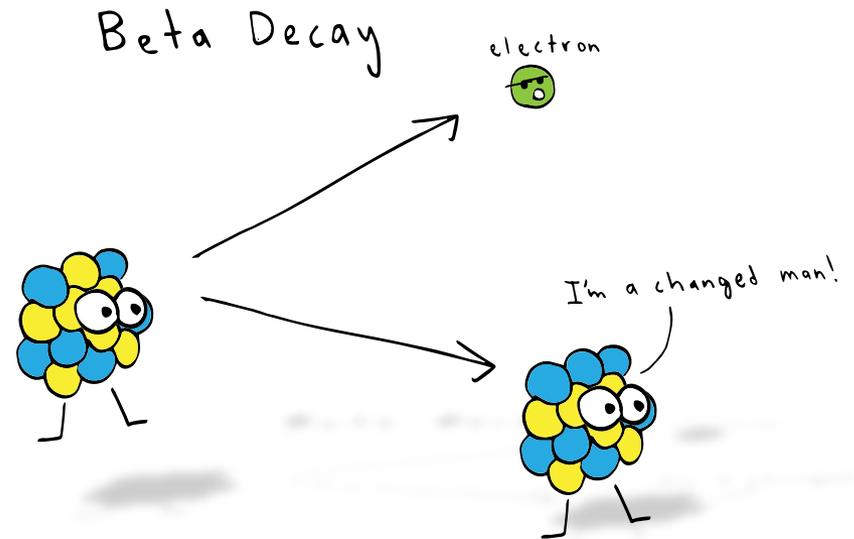
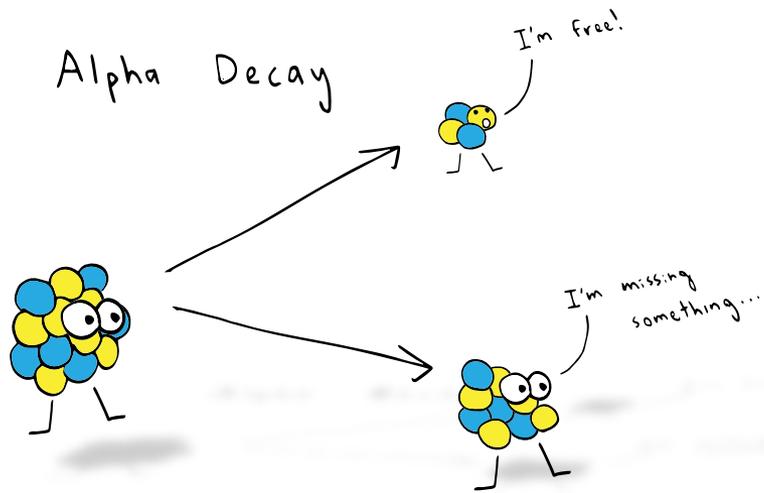


**Particelle e nuclei atomici** di alta energia che:

- si muovono quasi alla velocità della luce;
- colpiscono la Terra da ogni direzione: provengono dal Cosmo, cioè dallo spazio che ci circonda



# Decadimenti radioattivi

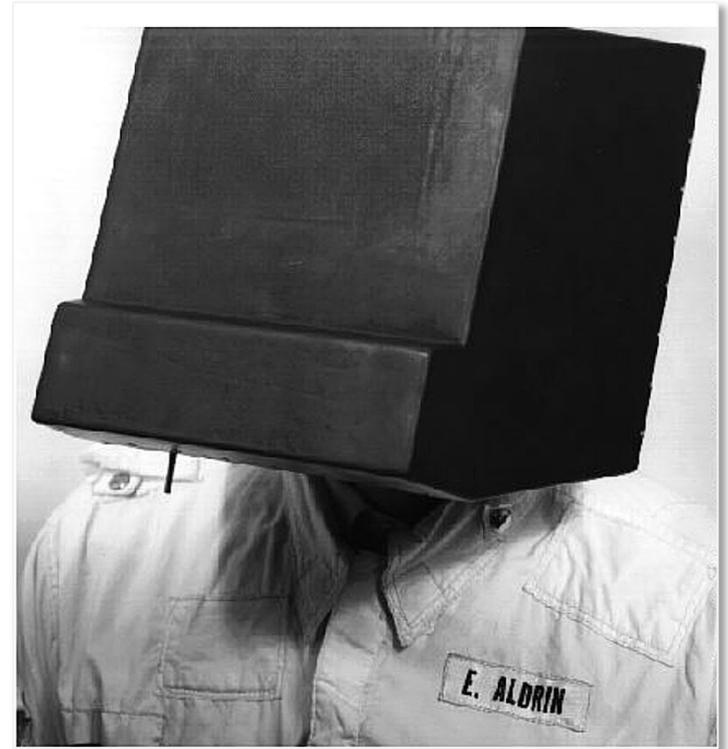
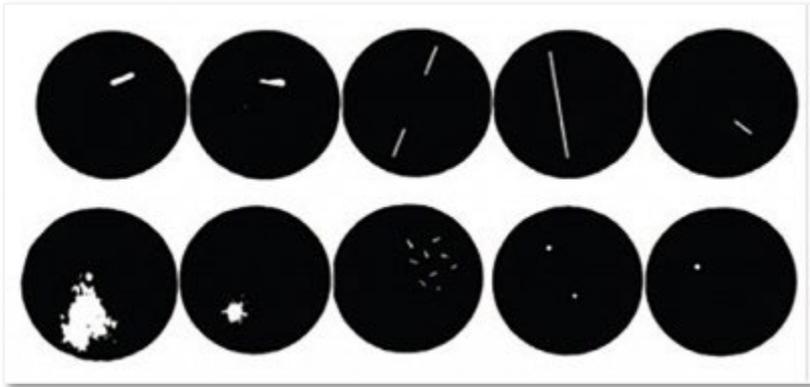


# È possibile vedere\* le radiazioni ionizzanti?

\*: utilizzando i soli organi di senso



# Vedere i raggi cosmici: ALFMED



**Esiste qualche modo per  
“vedere” le radiazioni  
ionizzanti?**



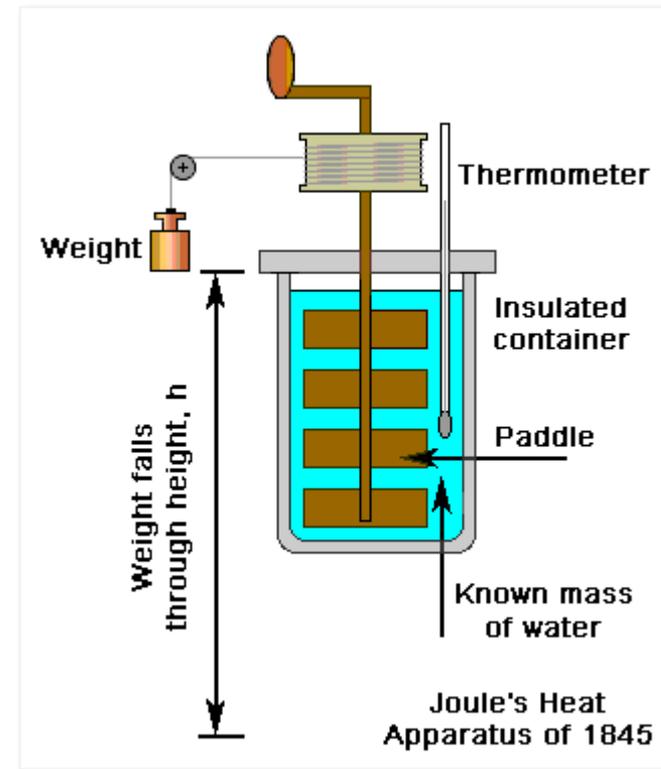
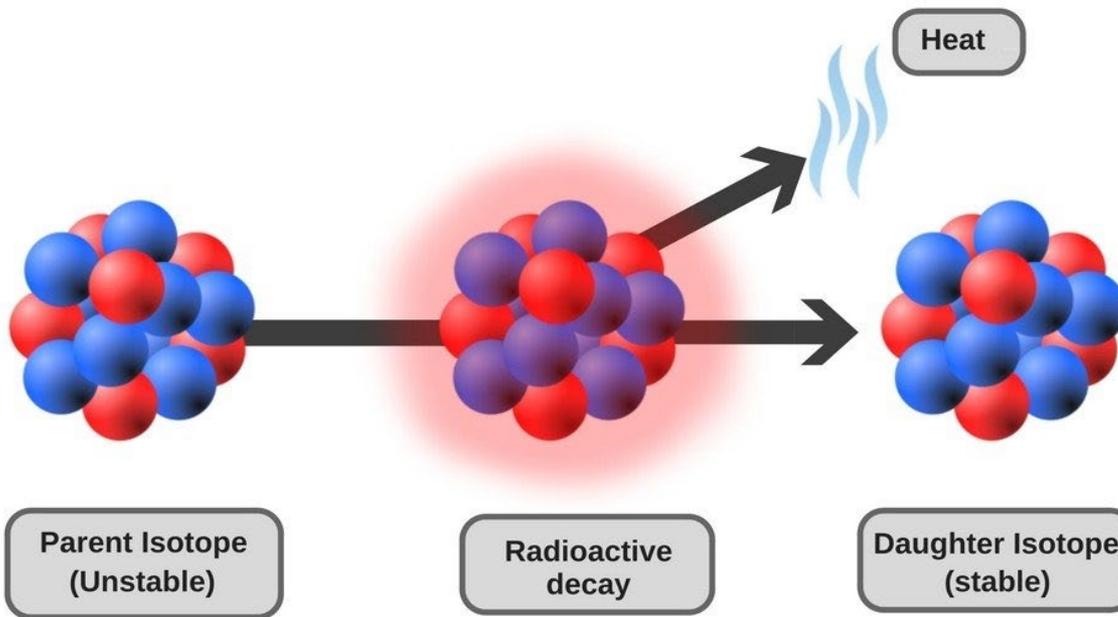
# Uno strumento rivelatore

---

Il principio di funzionamento di tutti i rivelatori di particelle è il trasferimento di **tutta o di una parte dell'energia della radiazione alla massa del rivelatore**, dove è convertita in qualche altra forma più accessibile alle percezioni umane



# Energia → Calore

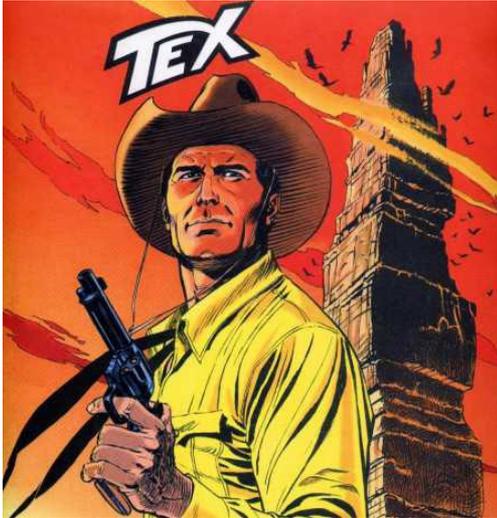


# Calorimetro ad acqua

- 1 Kcal induce un  $\Delta T \approx 1 \text{ K}$  (o  $1^\circ \text{ C}$ ) in 1 litro di acqua;
- $1 \text{ MeV} = 3.83 \times 10^{-17} \text{ Kcal}$ ;
- Una particella con energia pari a 1 MeV completamente assorbita in 1 litro di acqua innalza la temperatura di  $\Delta T \approx 3.83 \times 10^{-17} \text{ K!!}$



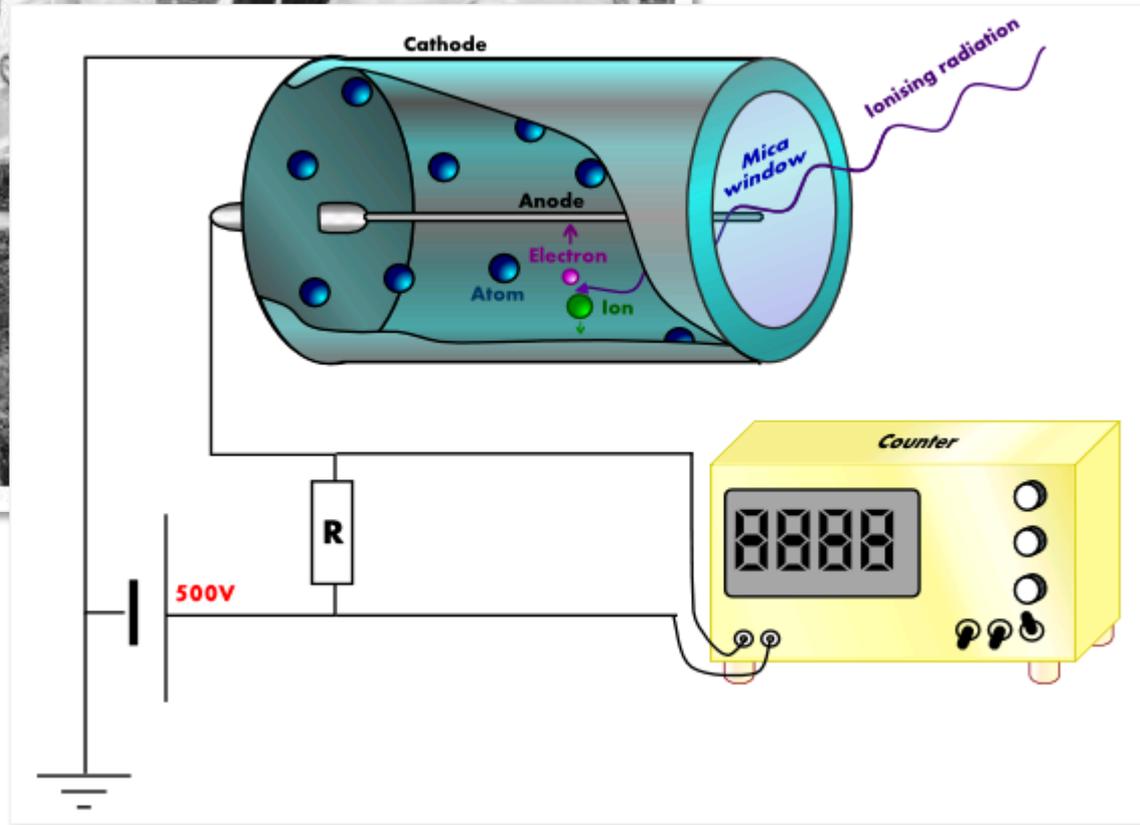
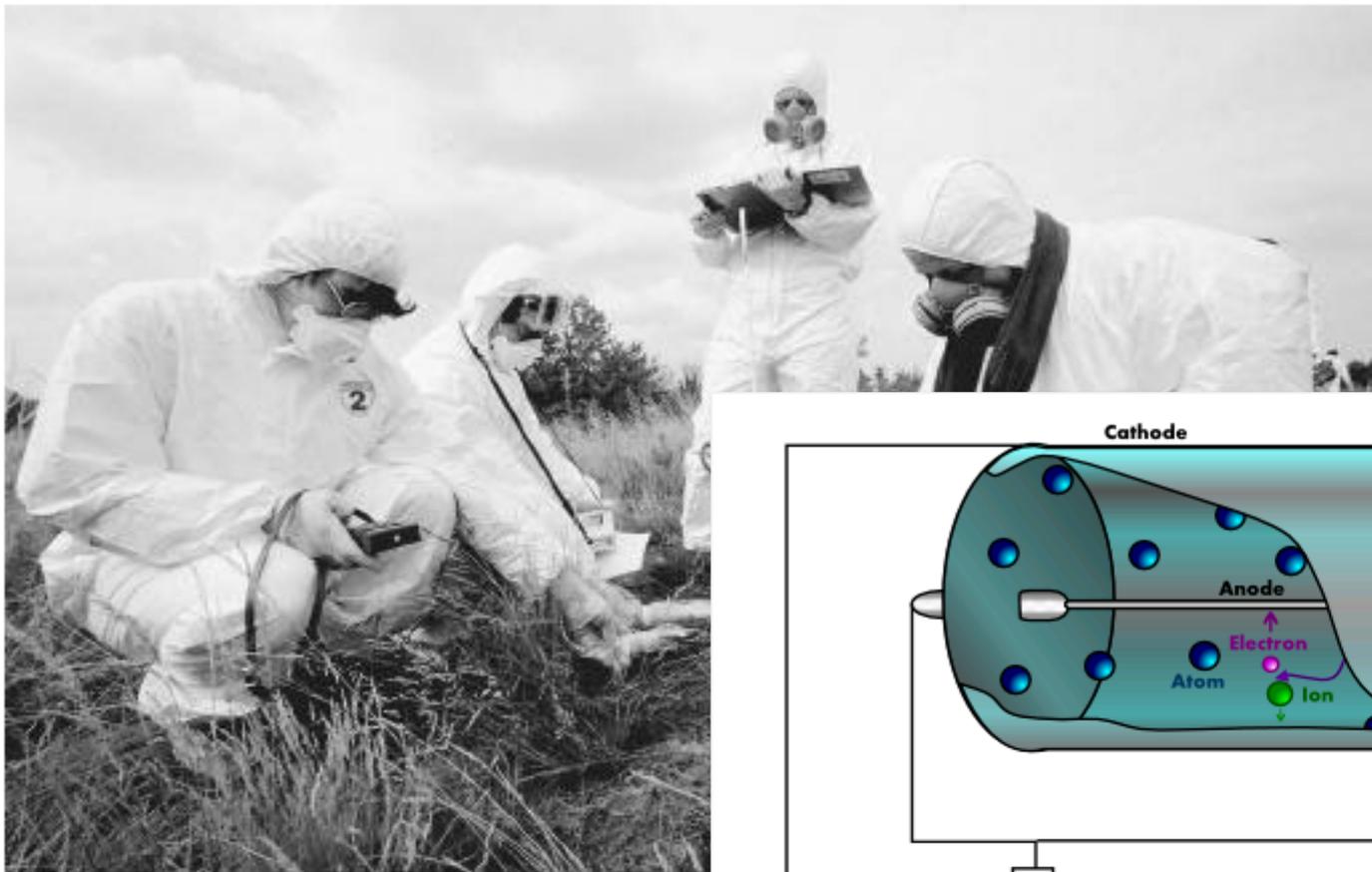
# Il contatore Geiger-Müller

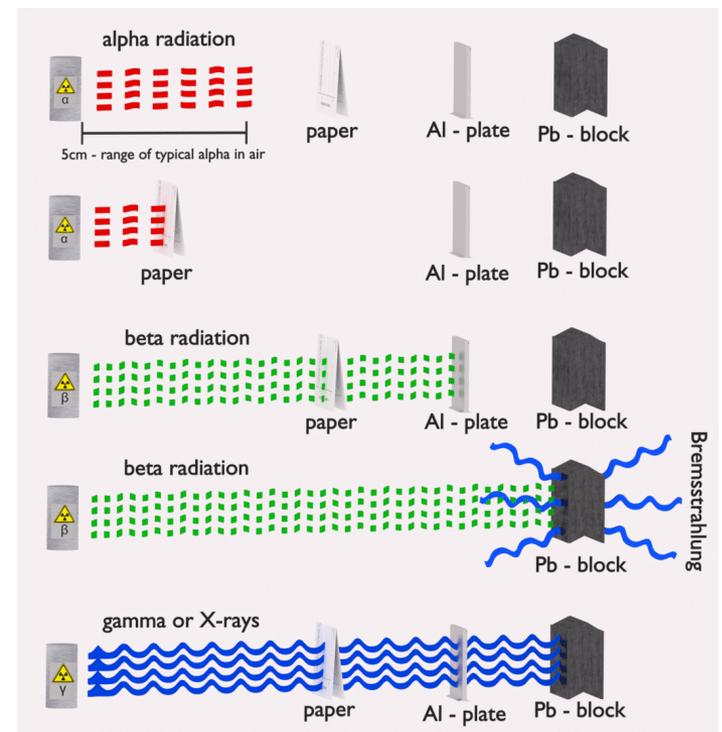


«Fu come la Colt alla frontiera americana; il grande “livellatore”, un rivelatore a buon mercato, accessibile a qualsiasi piccolo laboratorio, che richiedeva solo un buon intuito fisico e buone competenze sperimentali per ottenere risultati utili nei nuovi campi dei raggi cosmici e della fisica nucleare»

- Giuseppe “Beppo” Occhialini -







Finestra di mica con spessore  $1.5 - 2 \text{ mg/cm}^3$  ( $6 - 8 \text{ }\mu\text{m}$ )

“Trasparente” alle particelle  $\alpha$  di energia superiore a 2 MeV



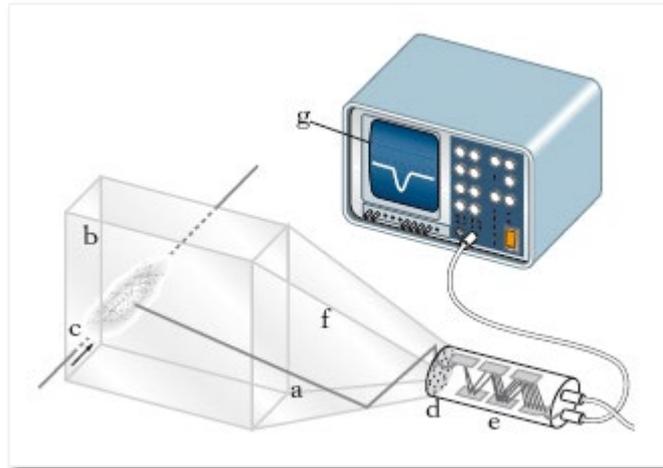
**È possibile ricavare qualche  
informazione in più?**



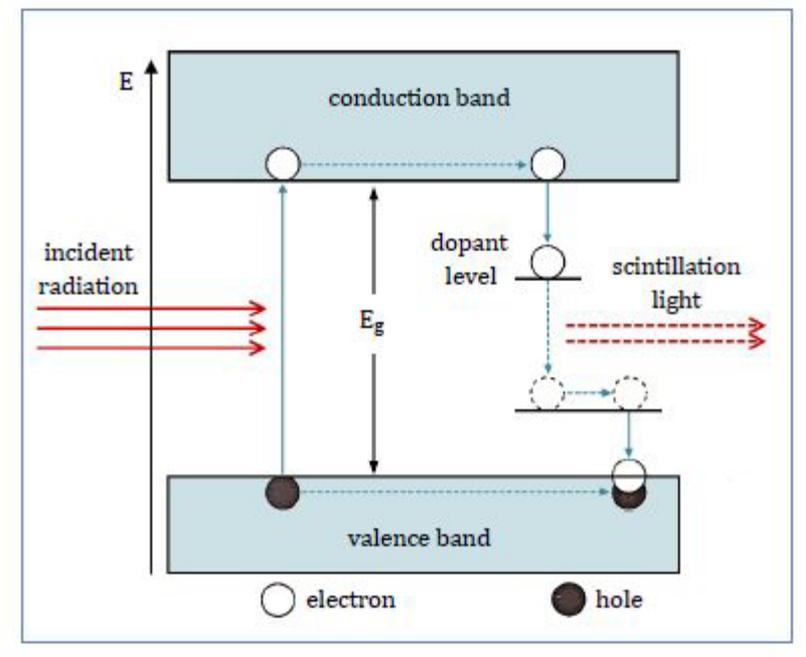
**...si deve scendere a compromessi...**

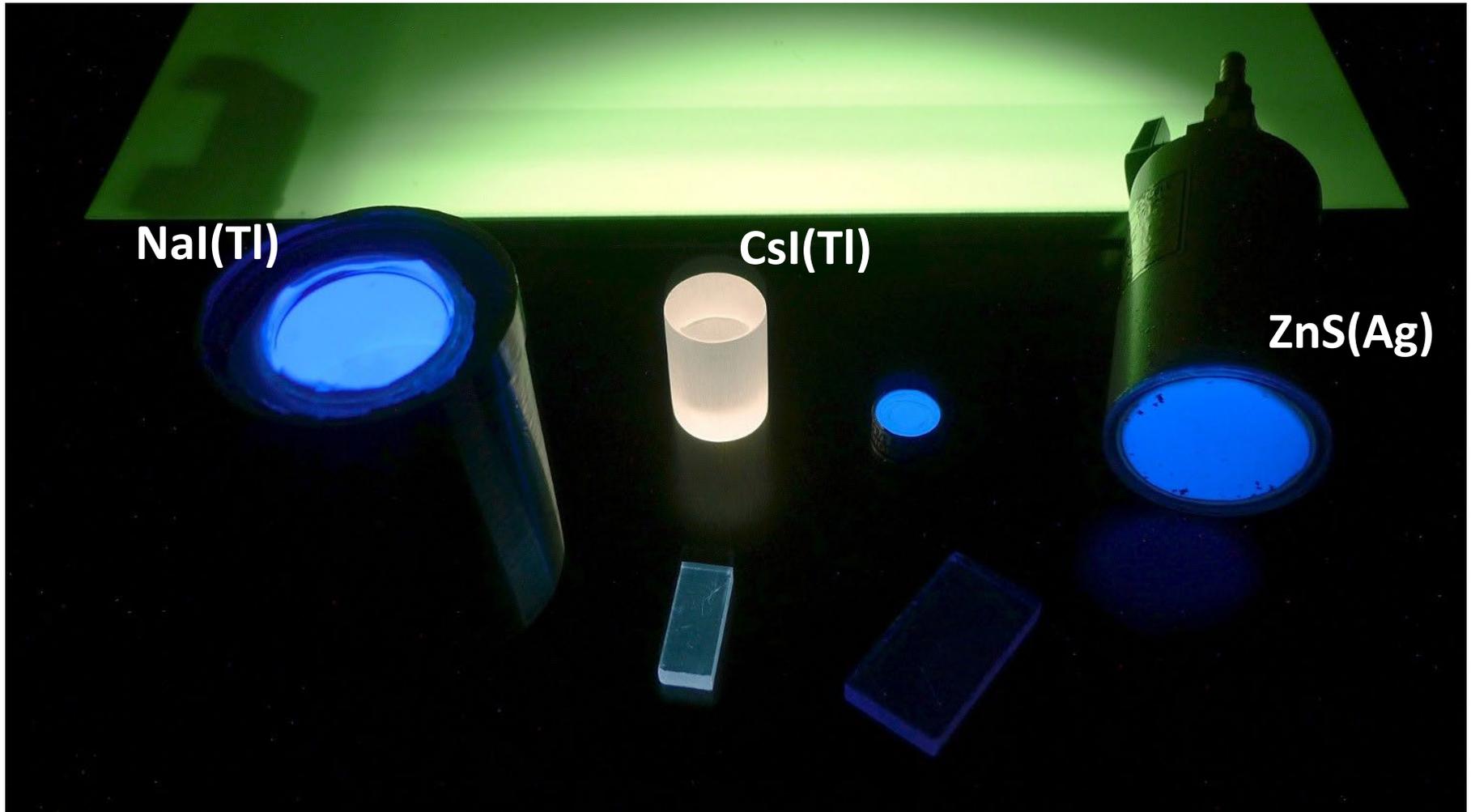


# Rivelatore a scintillazione



The first 32 inch diameter NaI(Tl) crystal. Pictured from left to right are Dr. Swinehart, Ed Jablon, Joe Kraus and Marko Stigoi.





NaI(Tl)

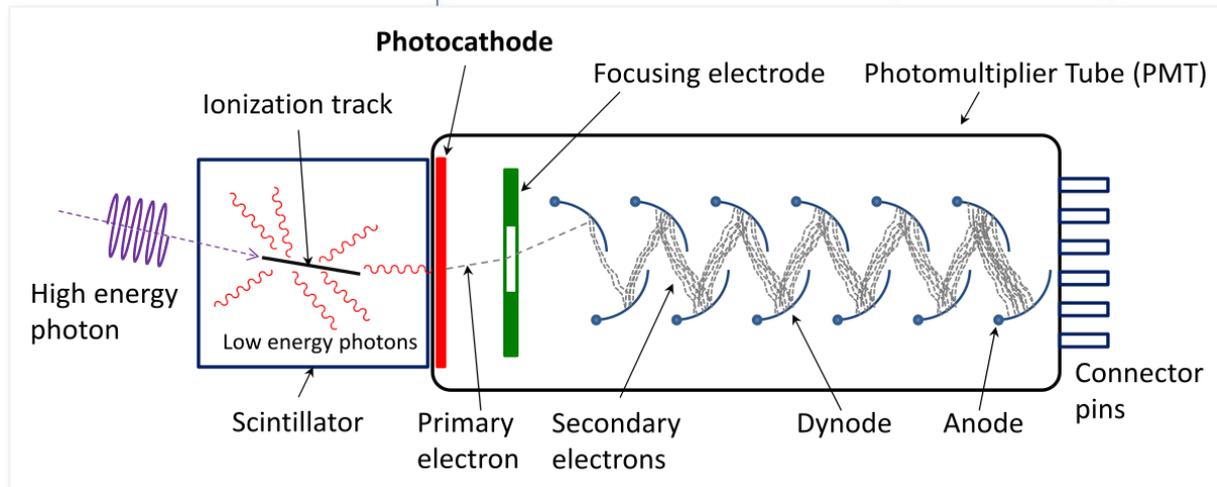
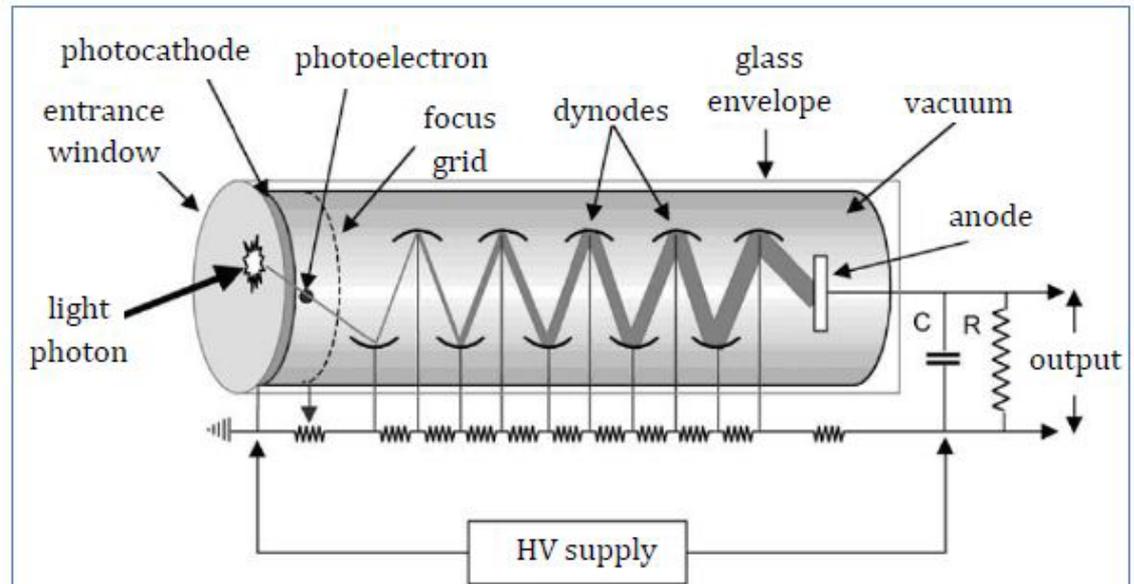
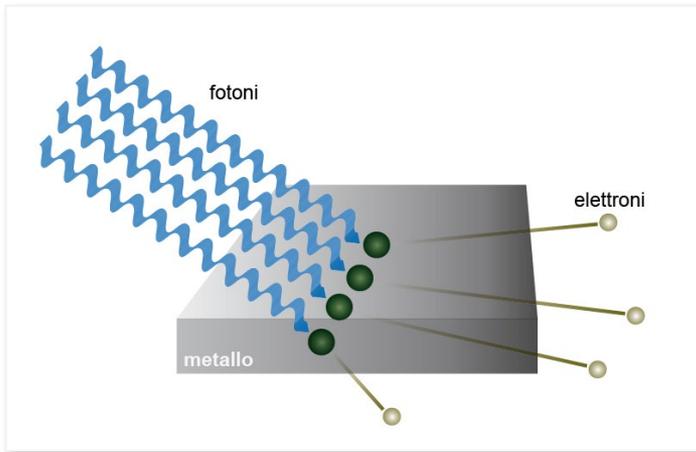
CsI(Tl)

ZnS(Ag)

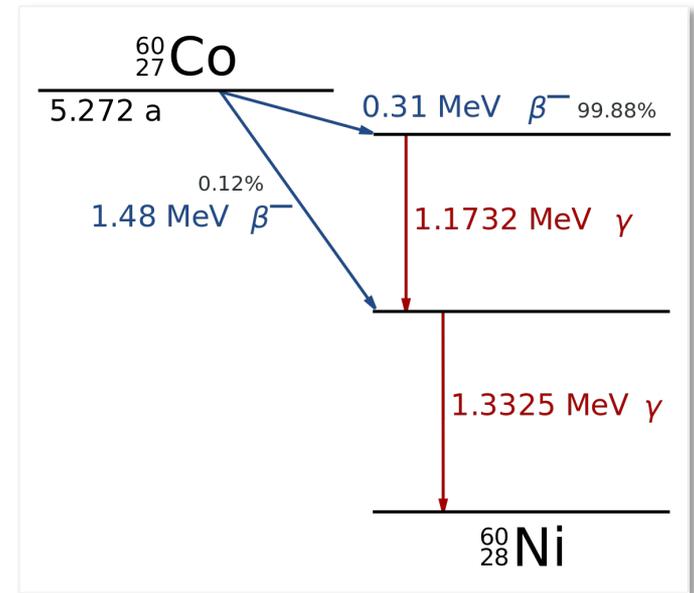
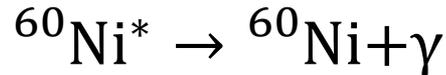
[https://youtu.be/Gza6Cc8XOCA?si=ljsNLZTc\\_IAlqMtl](https://youtu.be/Gza6Cc8XOCA?si=ljsNLZTc_IAlqMtl)



# Fotomoltiplicatore

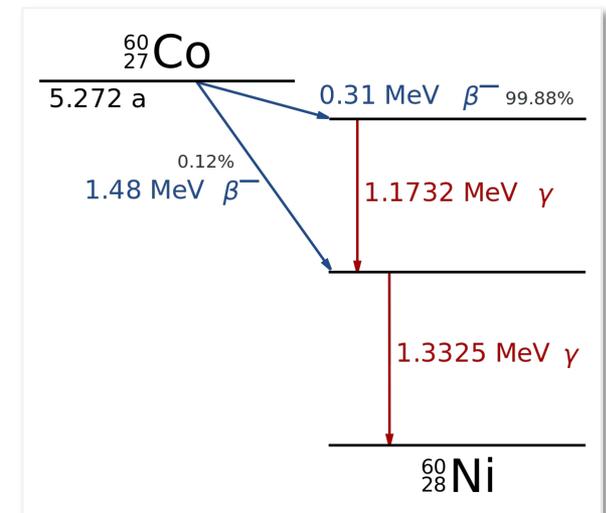
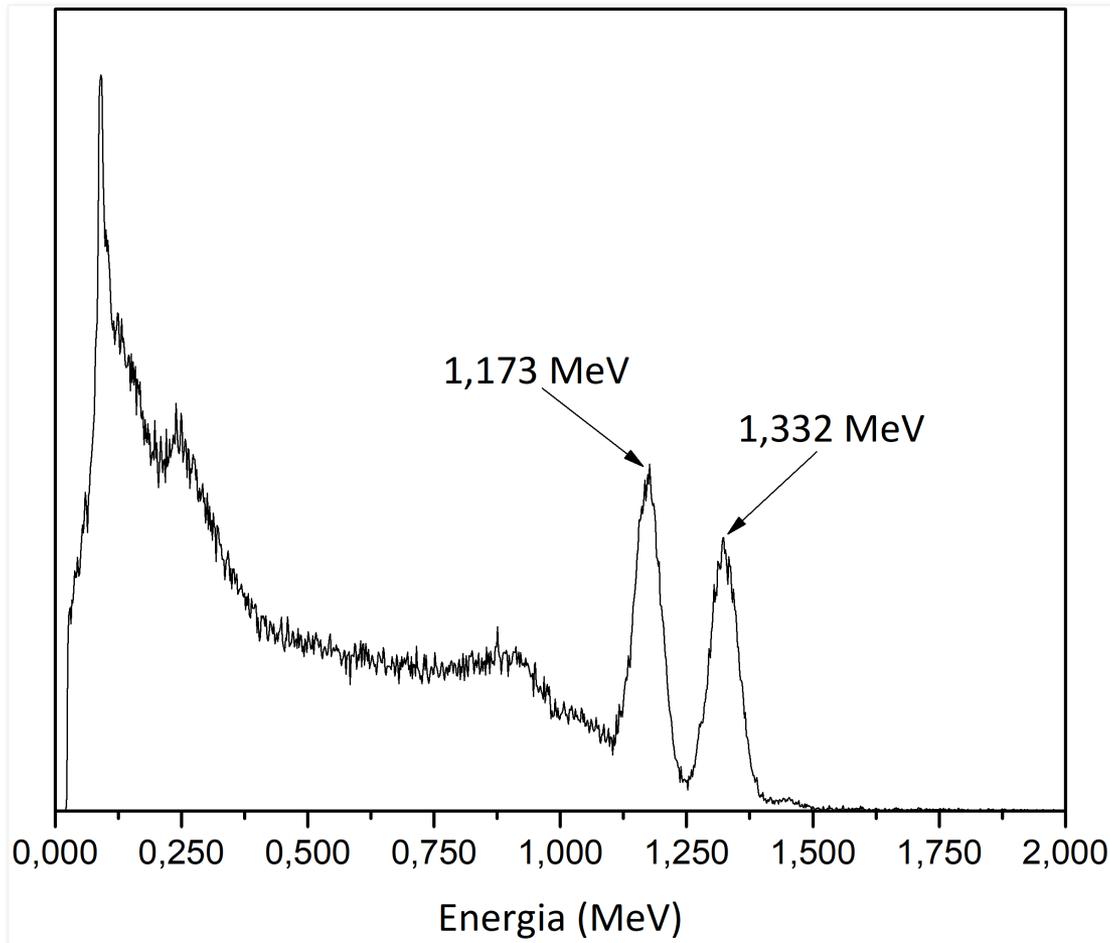


# Un esempio semplice: $^{60}\text{Co}$



Beta decay	$^A_Z X \rightarrow Z + ^A_{Z+1} X' + ^0_{-1} \beta$	<p>Parent → Daughter + Beta Particle</p>
Gamma emission	$^A_Z X^* \xrightarrow{\text{Relaxation}} ^A_Z X' + ^0_0 \gamma$	<p>Parent (excited nuclear state) → Daughter + Gamma ray</p>

# Spettro $\gamma$ del $^{60}\text{Co}$

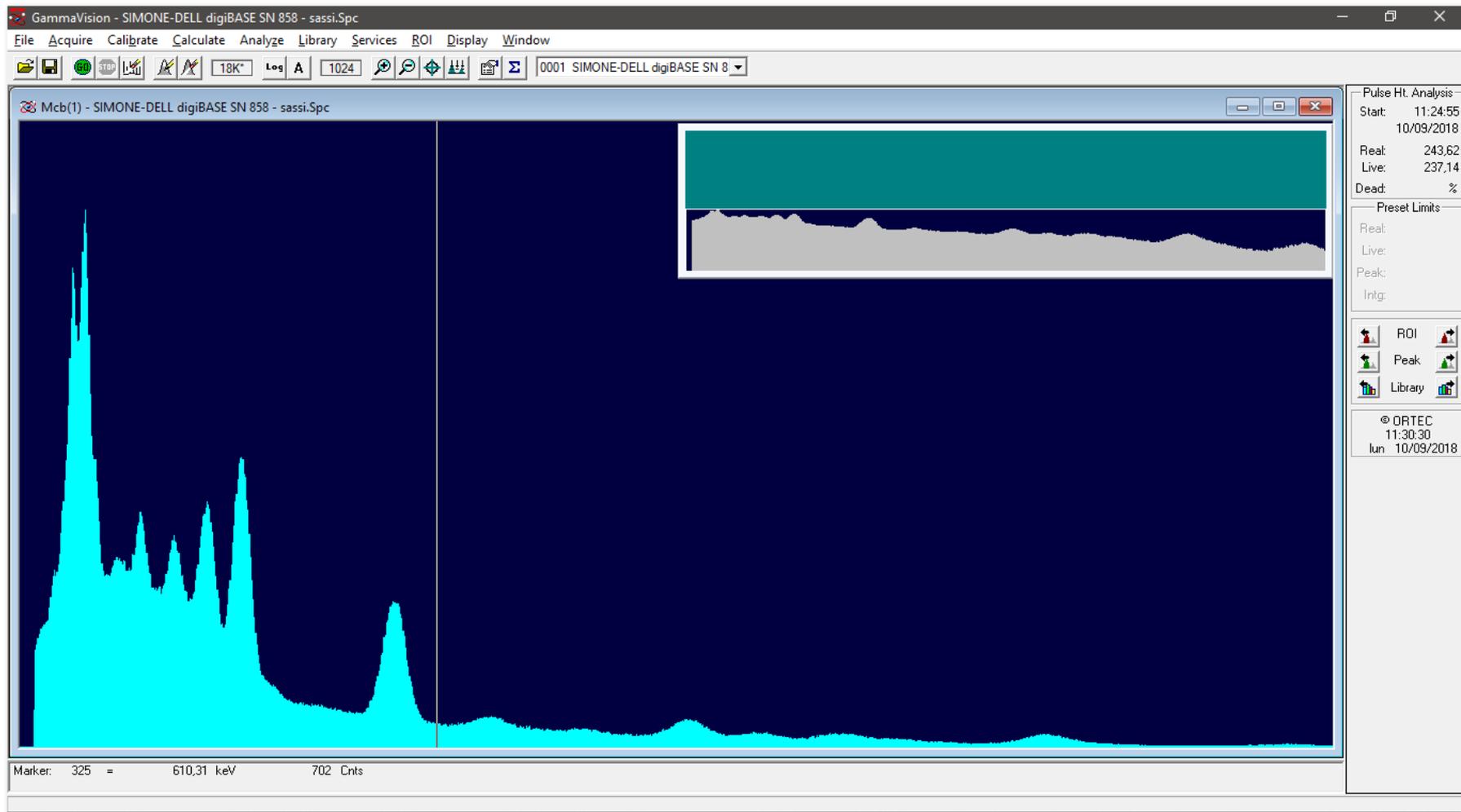


# Battute finali

---

- Come è fatto lo spettro  $\gamma$  di questi sassi?



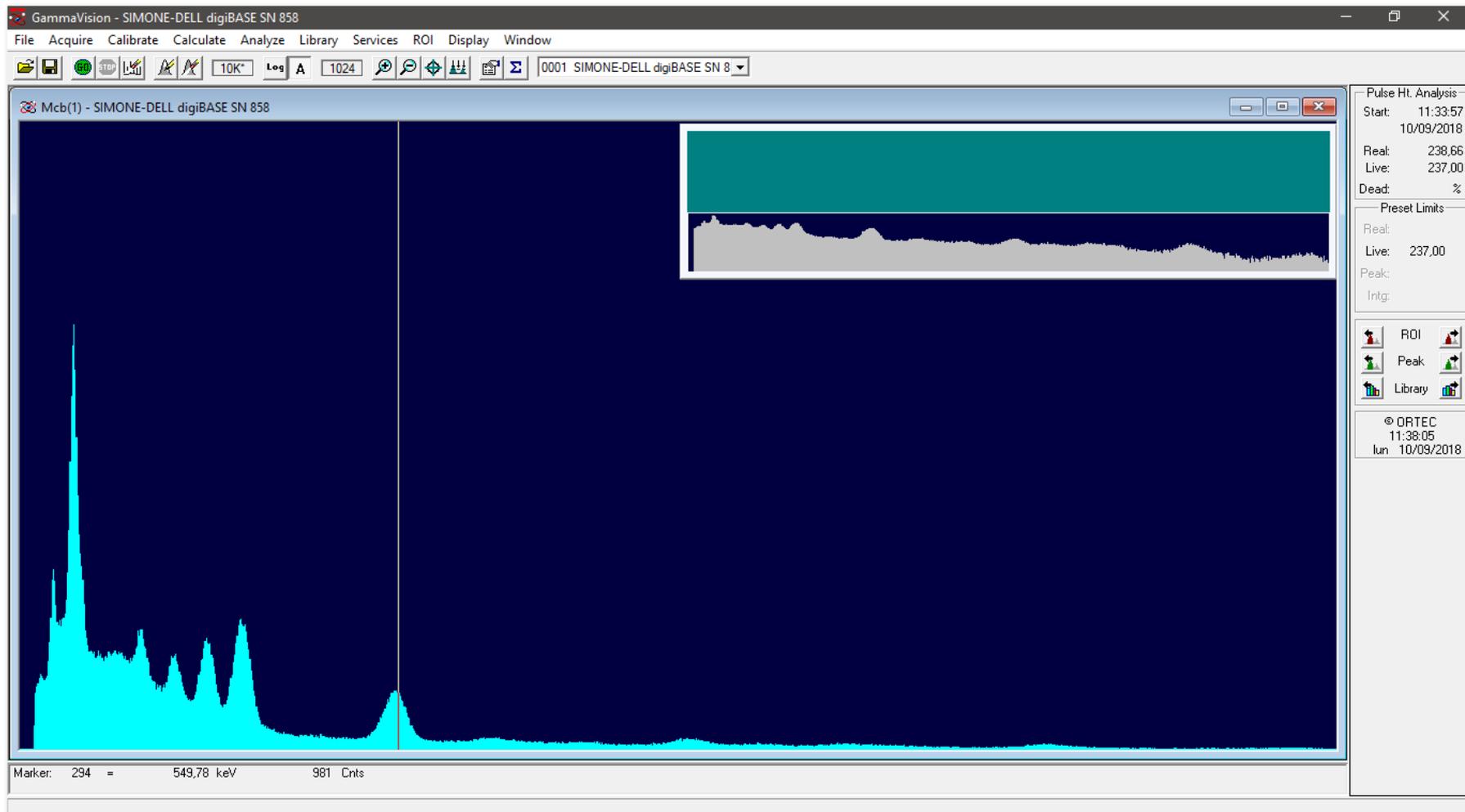


# Battute finali

---

- Come è fatto lo spettro  $\gamma$  di questi sassi?
- Come è fatto lo spettro  $\gamma$  dell'*oggetto misterioso*?

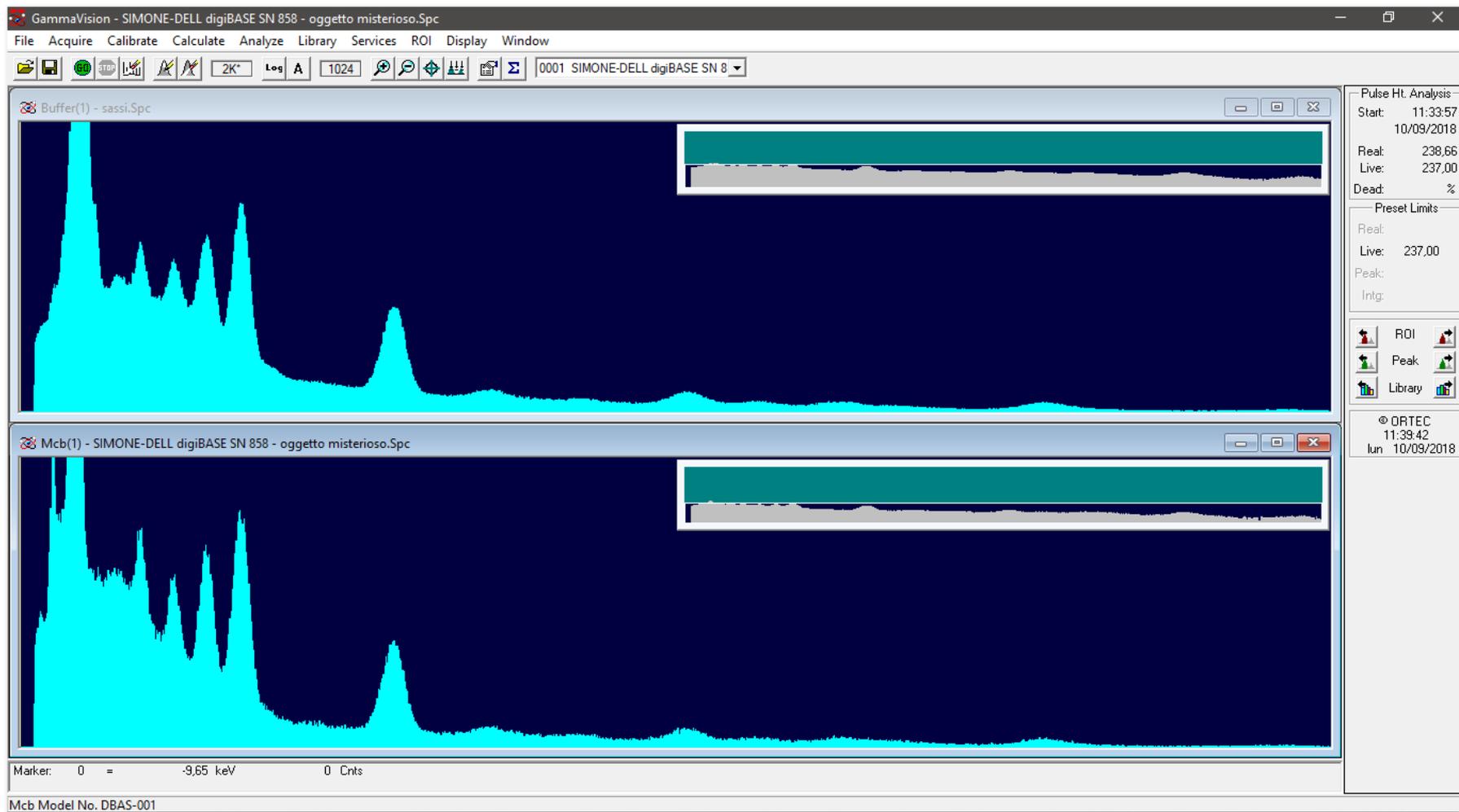




# Battute finali

- Come è fatto lo spettro  $\gamma$  di questi sassi?
- Come è fatto lo spettro  $\gamma$  dell'*oggetto misterioso*?
- C'è qualche somiglianza?





# Battute finali

- Come è fatto lo spettro  $\gamma$  di questi sassi?
- Come è fatto lo spettro  $\gamma$  dell'*oggetto misterioso*?
- C'è qualche somiglianza?
- *Cosa è l'oggetto misterioso?*







