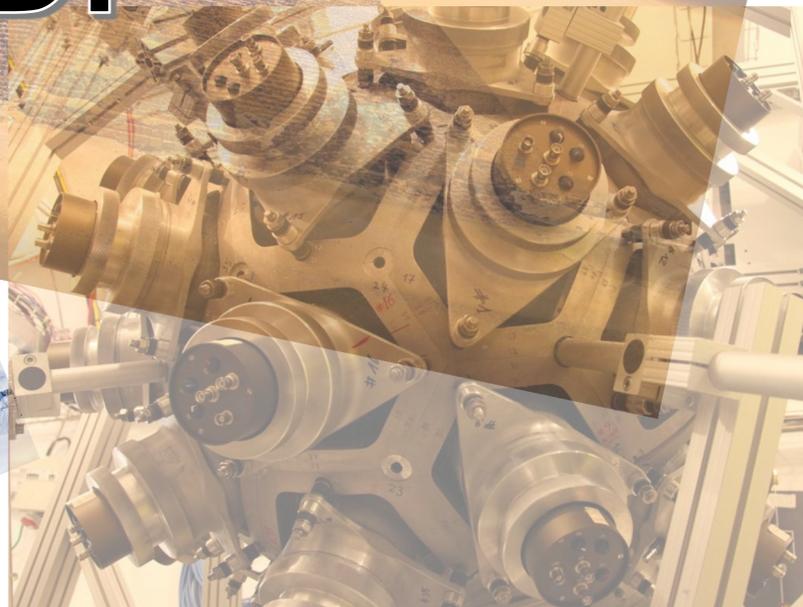
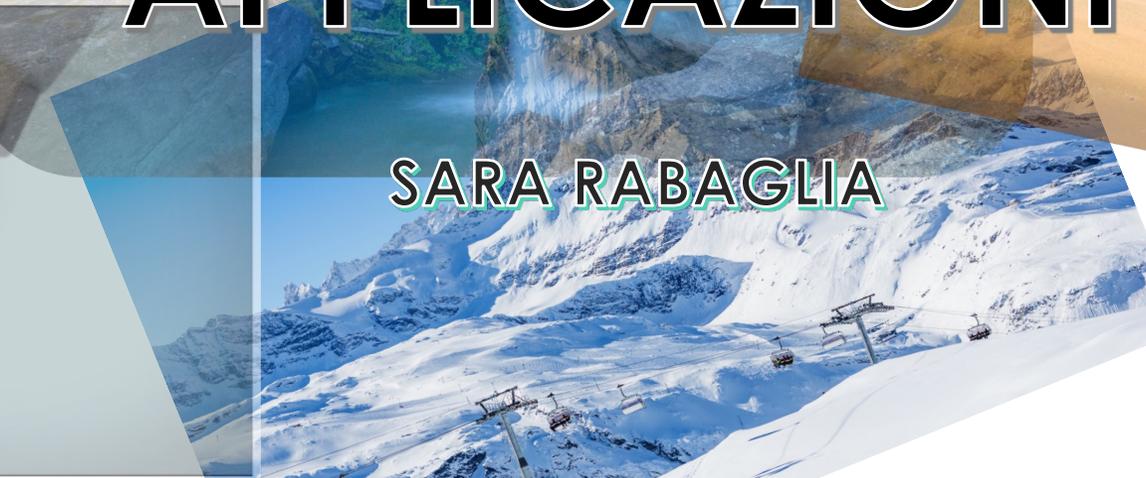


# FISICA NUCLEARE: UN'ESPLOSIONE DI APPLICAZIONI

SARA RABAGLIA





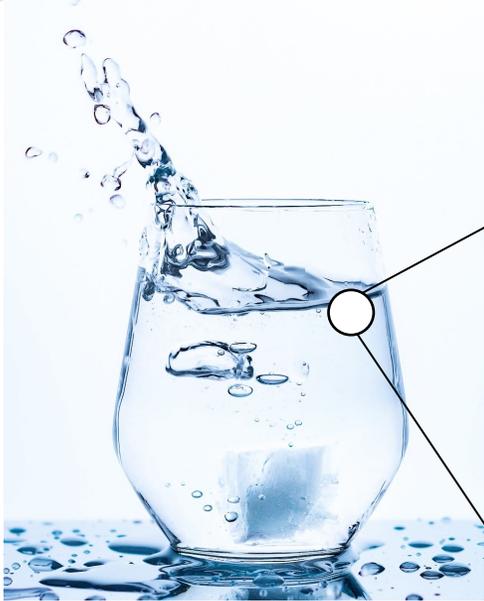
  
**the BIG BANG THEORY™**

# COS'È LA FISICA NUCLEARE?

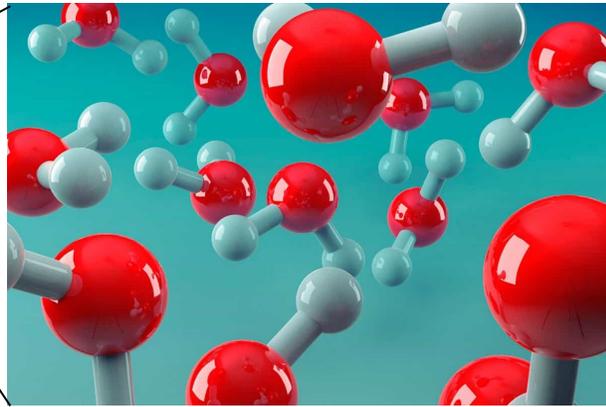


Materia

# COS'È LA FISICA NUCLEARE?

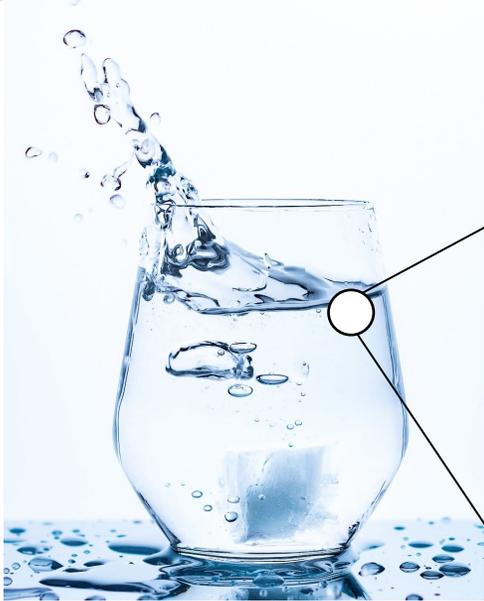


Materia

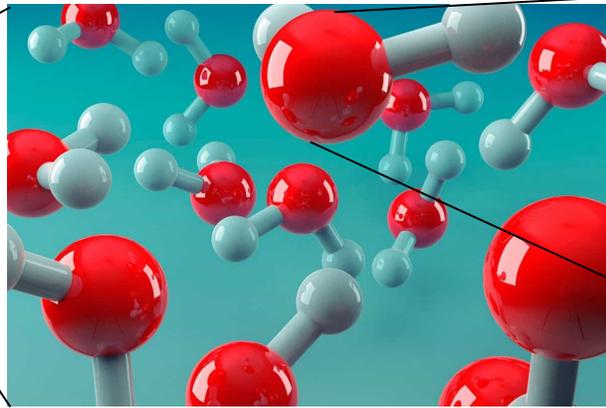


Molecola

# COS'È LA FISICA NUCLEARE?

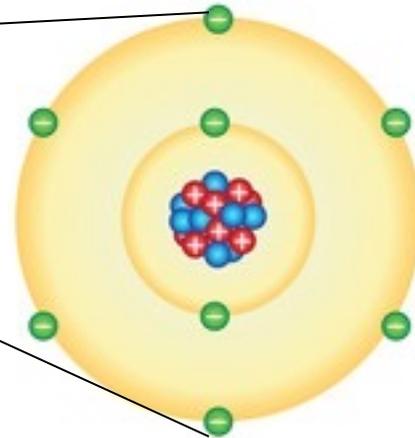


Materia



Molecola

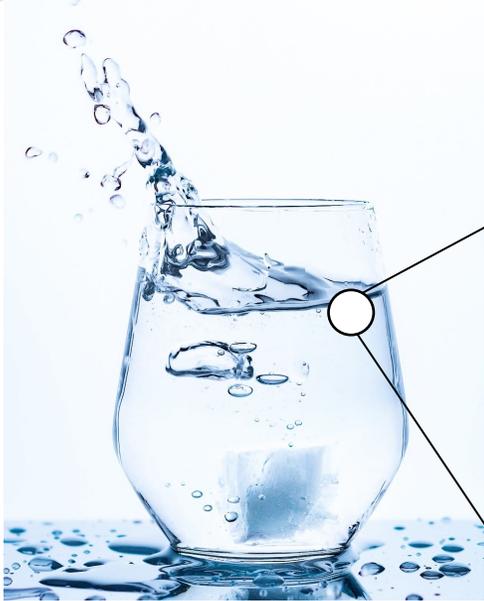
$10^{-9}$  m



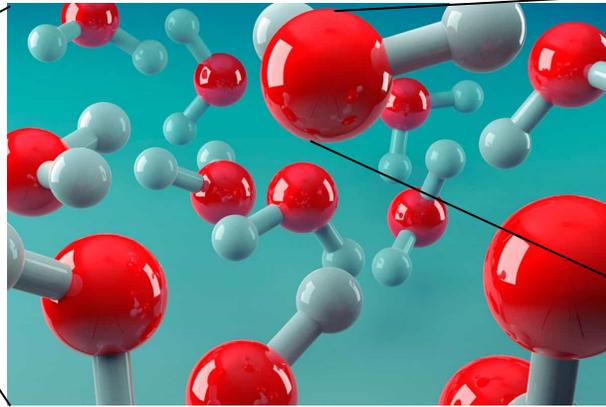
Atomo

$10^{-10}$  m

# COS'È LA FISICA NUCLEARE?

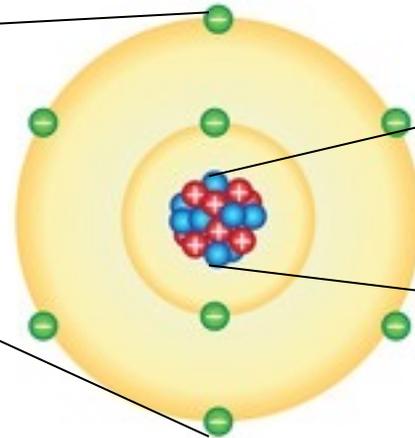


Materia



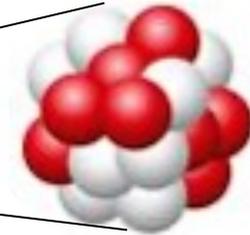
Molecola

$10^{-9}$  m



Atomo

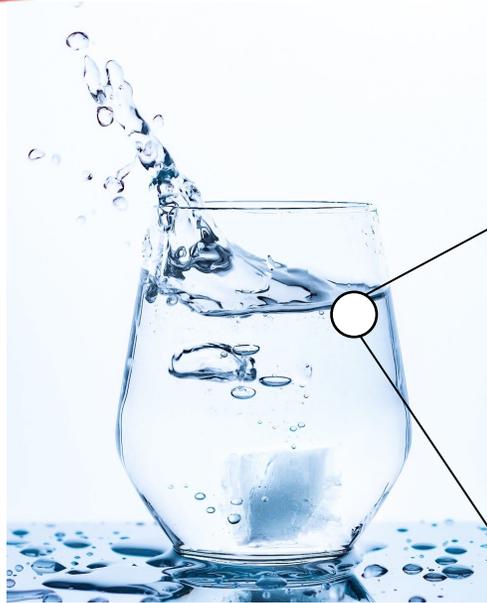
$10^{-10}$  m



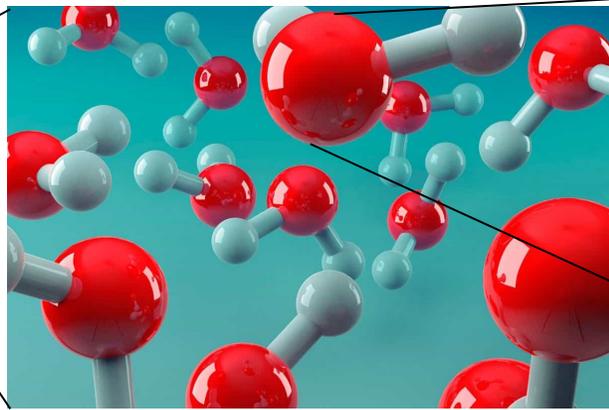
Nucleo

$10^{-14}$  m

# COS'È LA FISICA NUCLEARE?

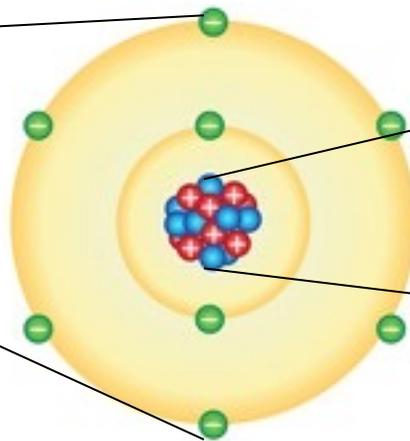


Materia



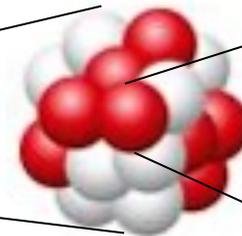
Molecola

$10^{-9}$  m



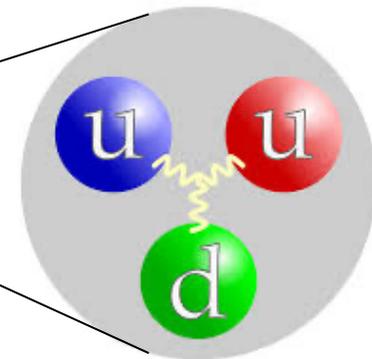
Atomo

$10^{-10}$  m



Nucleo

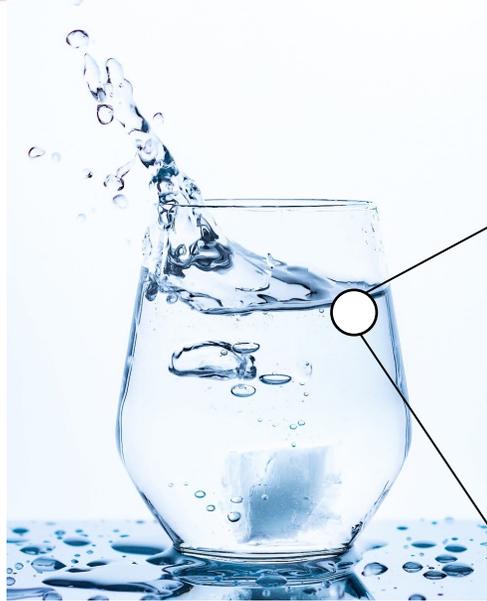
$10^{-14}$  m



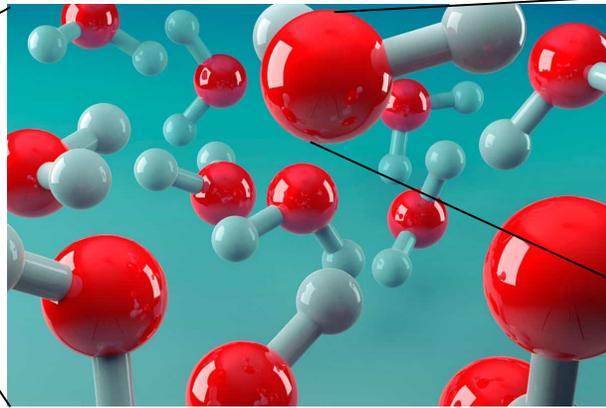
Protone

$10^{-15}$  m  $\rightarrow$   $10^{-18}$  m

# COS'È LA FISICA NUCLEARE?

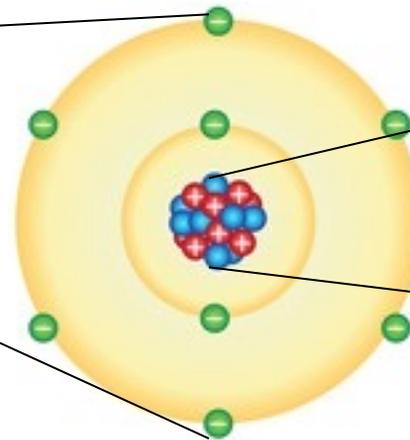


Materia



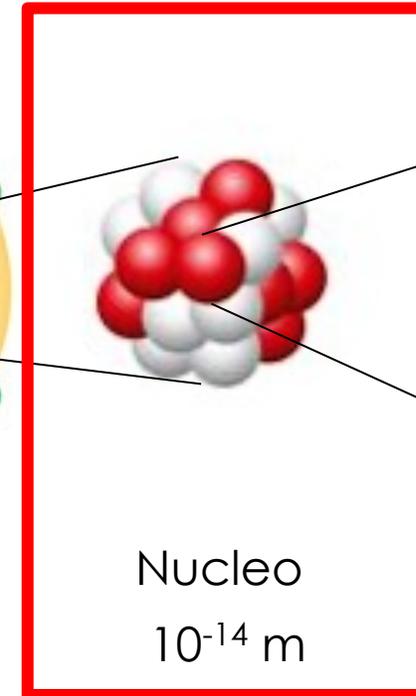
Molecola

$10^{-9}$  m



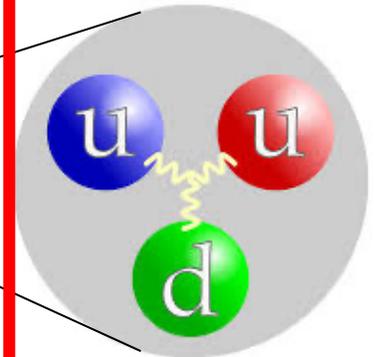
Atomo

$10^{-10}$  m



Nucleo

$10^{-14}$  m

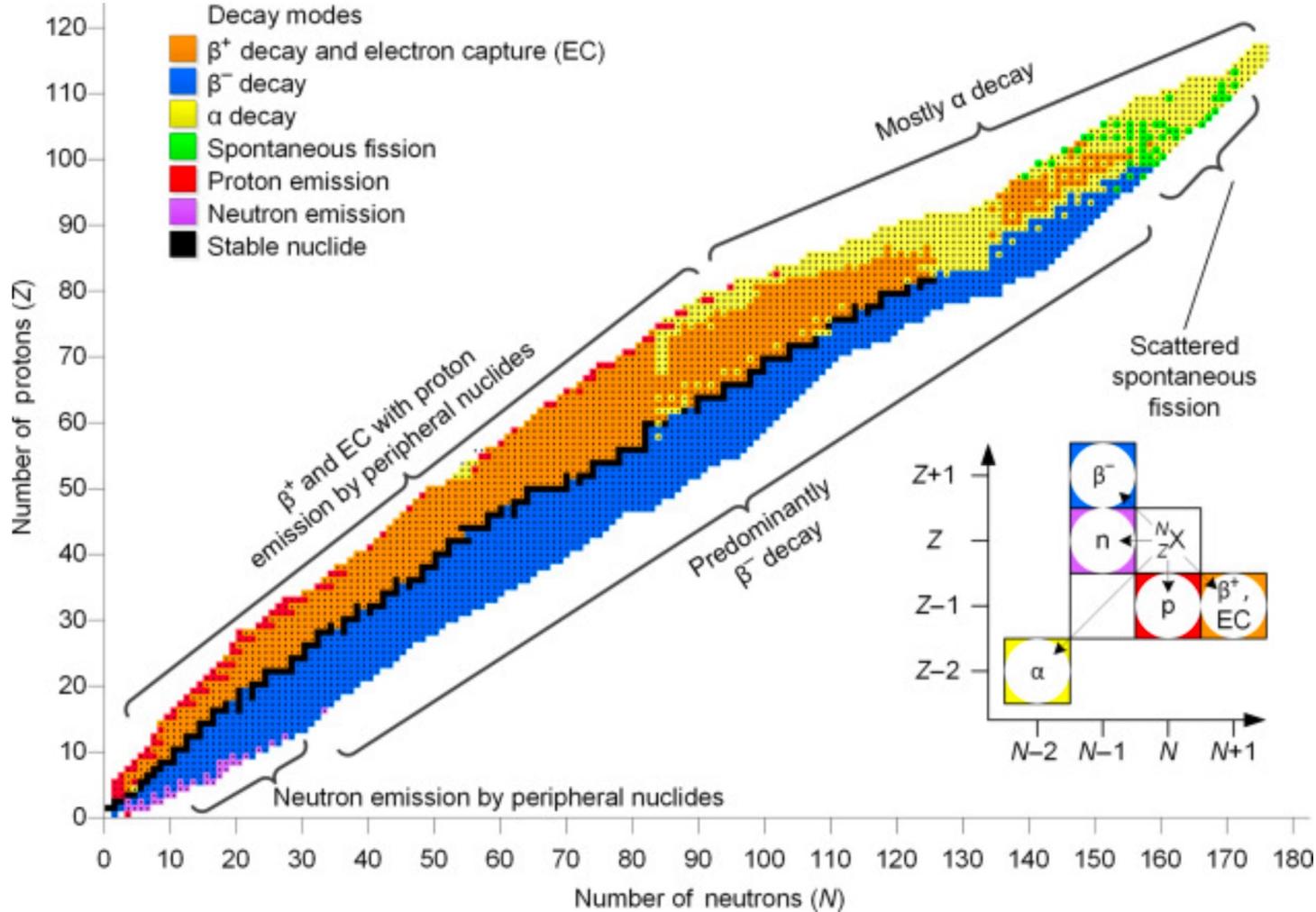


Protone

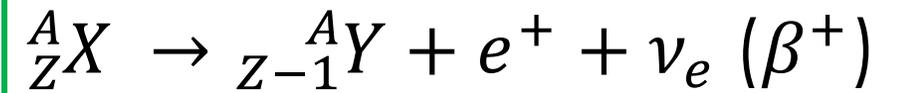
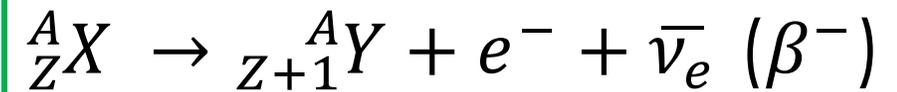
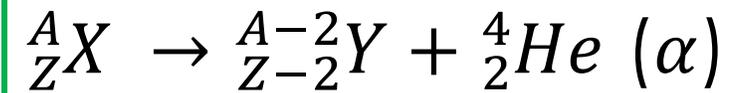
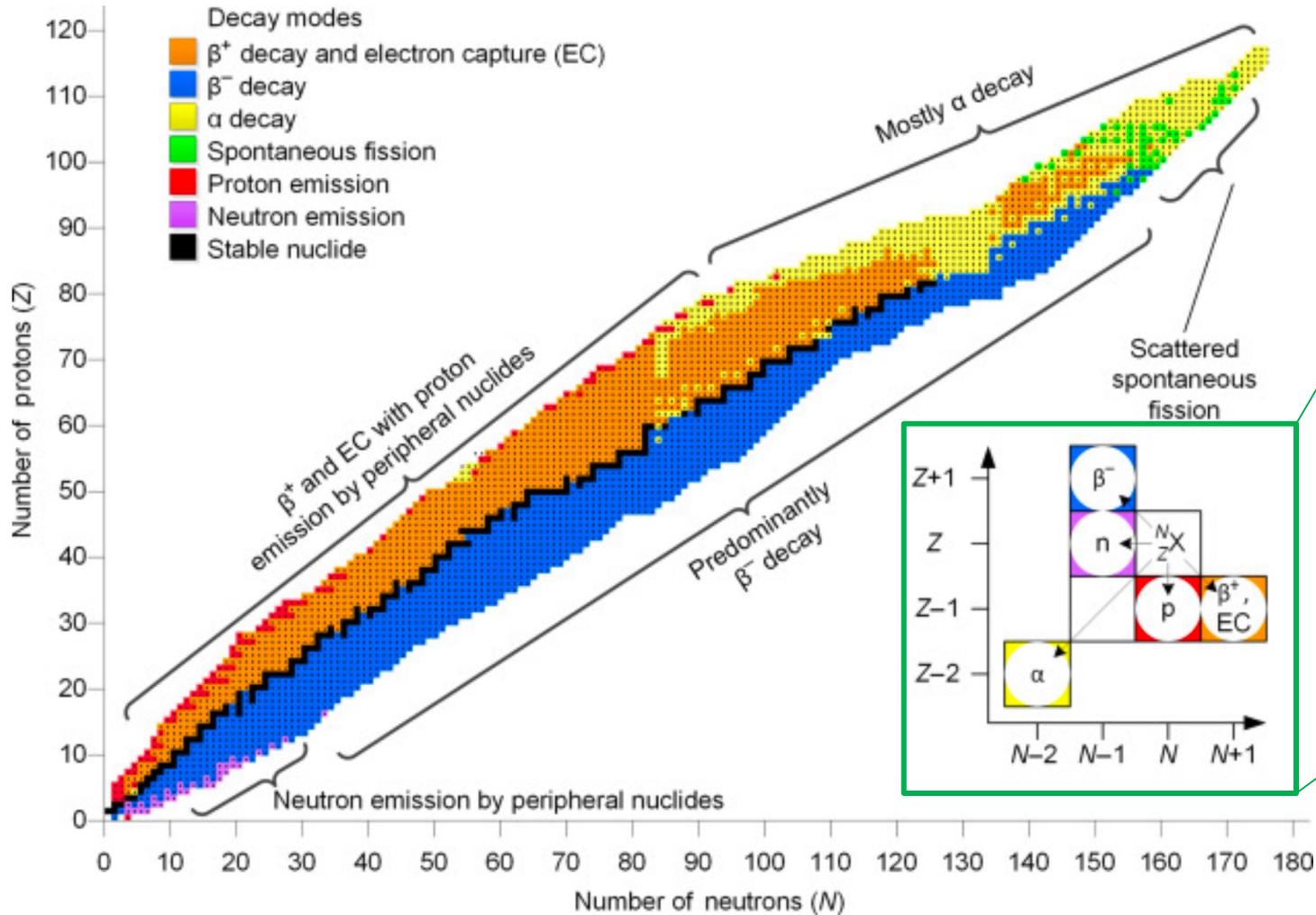
$10^{-15}$  m  $\rightarrow$   $10^{-18}$  m

La FISICA NUCLEARE è lo studio del nucleo atomico, della sua struttura e del suo comportamento.

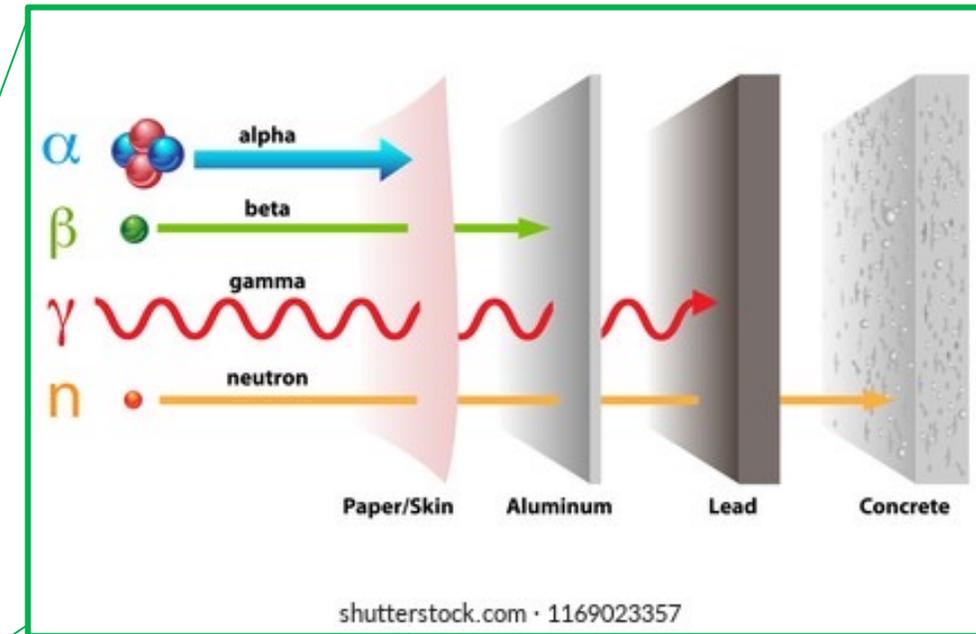
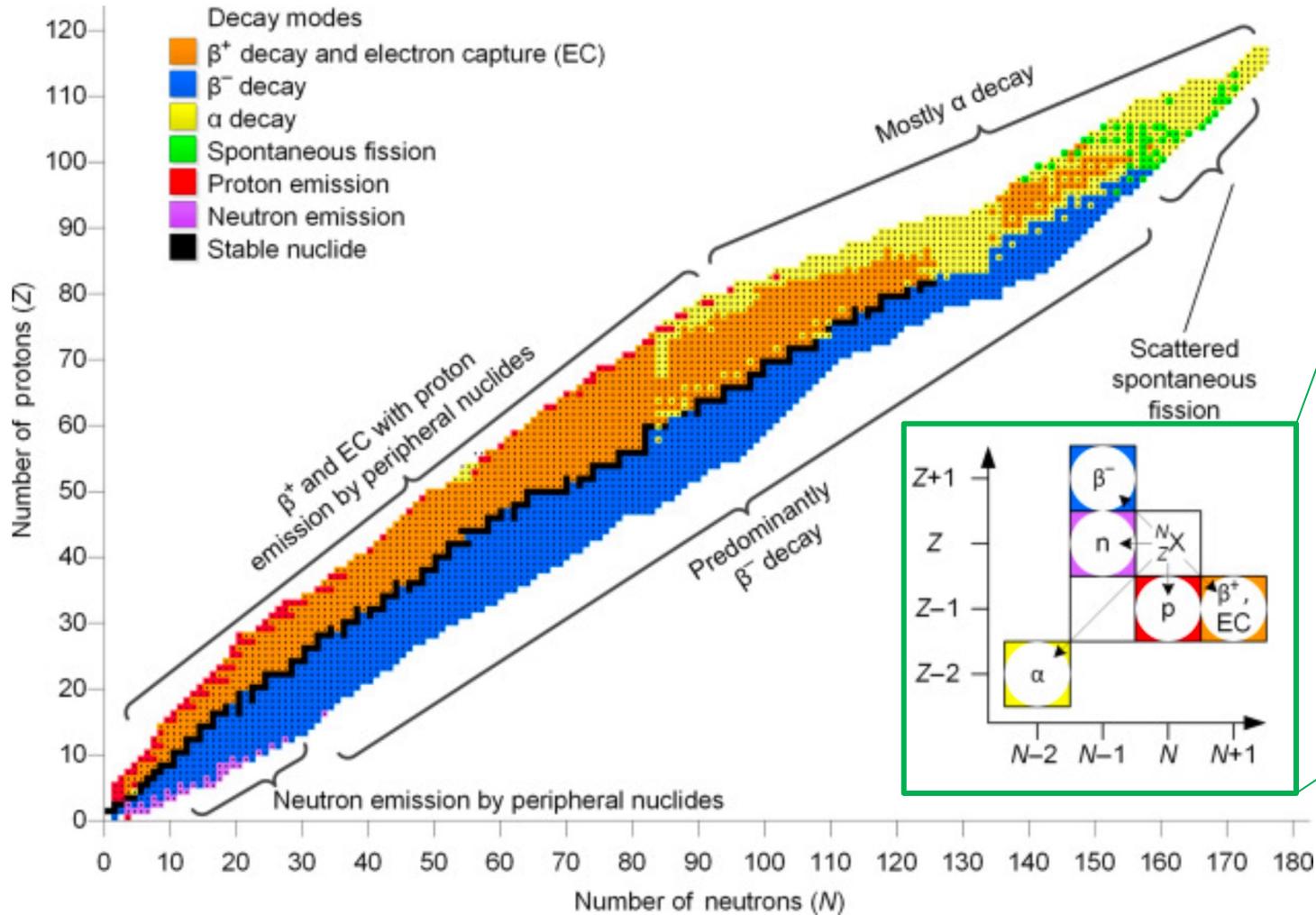
# LA VALLE DELLA STABILITÀ



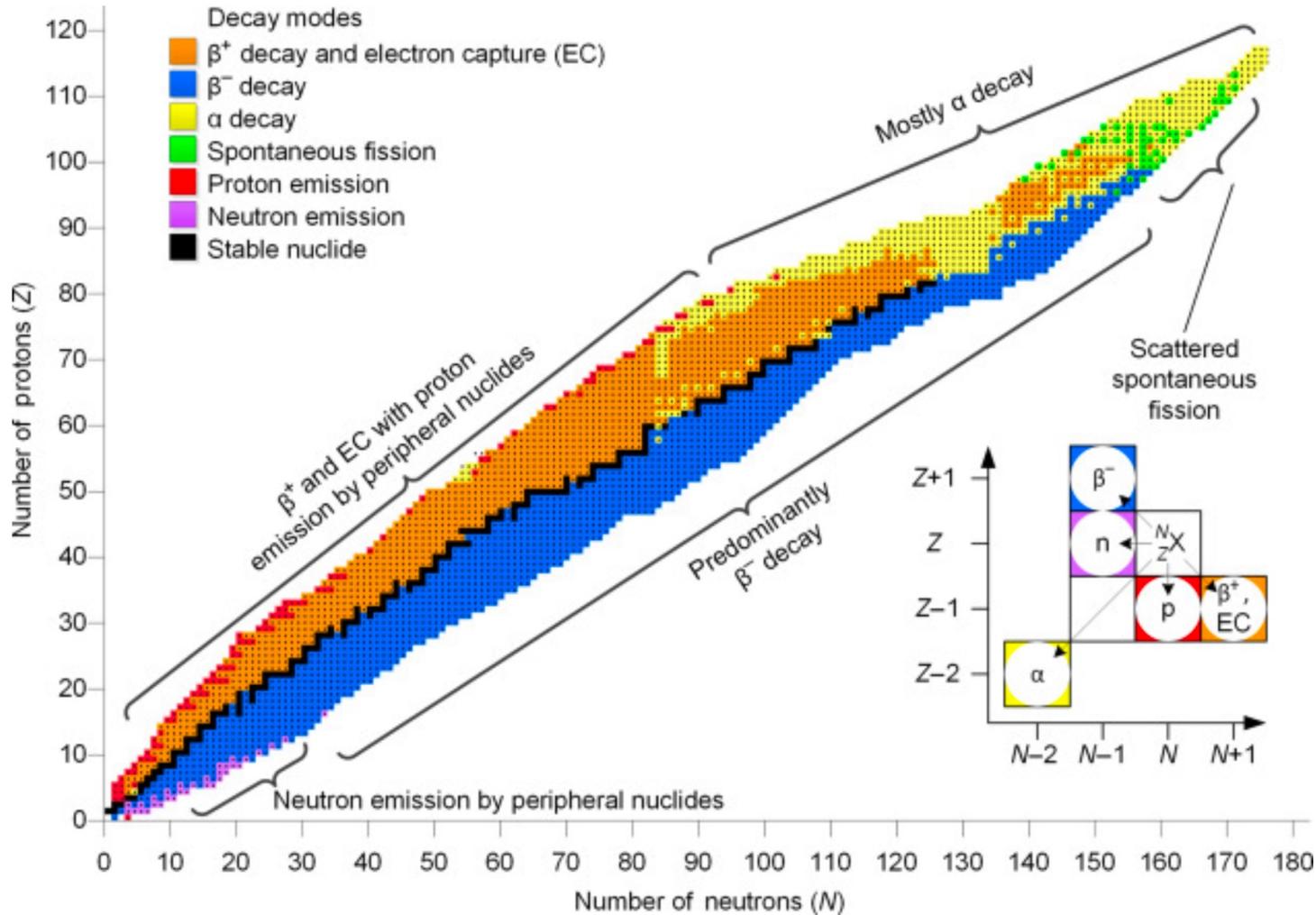
# LA VALLE DELLA STABILITÀ



# LA VALLE DELLA STABILITÀ



# LA VALLE DELLA STABILITÀ



$^{26}\text{P}$ 43.70 ms	$^{27}\text{P}$ 260.00 ms	$^{28}\text{P}$ 270.00 ms	$^{29}\text{P}$ 4.14 s	$^{30}\text{P}$ 2.50 m	$^{31}\text{P}$ 100%
$^{25}\text{Si}$ 220.00 ms	$^{26}\text{Si}$ 2.23 s	$^{27}\text{Si}$ 4.16 s	$^{28}\text{Si}$ 92.23%	$^{29}\text{Si}$ 4.683%	$^{30}\text{Si}$ 3.087%
$^{24}\text{Al}$ 2.05 s	$^{25}\text{Al}$ 7.18 s	$^{26}\text{Al}$ 717.12 ka	$^{27}\text{Al}$ 100%	$^{28}\text{Al}$ 2.24 m	$^{29}\text{Al}$ 6.56 m
$^{23}\text{Mg}$ 11.32 s	$^{24}\text{Mg}$ 78.99%	$^{25}\text{Mg}$ 10%	$^{26}\text{Mg}$ 11.01%	$^{27}\text{Mg}$ 9.46 m	$^{28}\text{Mg}$ 20.91 h
$^{22}\text{Na}$ 2.60 a	$^{23}\text{Na}$ 100%	$^{24}\text{Na}$ 14.95 h	$^{25}\text{Na}$ 59.01 s	$^{26}\text{Na}$ 1.08 s	$^{27}\text{Na}$ 301.00 ms

# 4 SFUMATURE DI FISICA NUCLEARE



# 4 SFUMATURE DI FISICA NUCLEARE

DECADIMENTO DI NUCLEI RADIOATTIVI



ES. RADIATIVITÀ AMBIENTALE

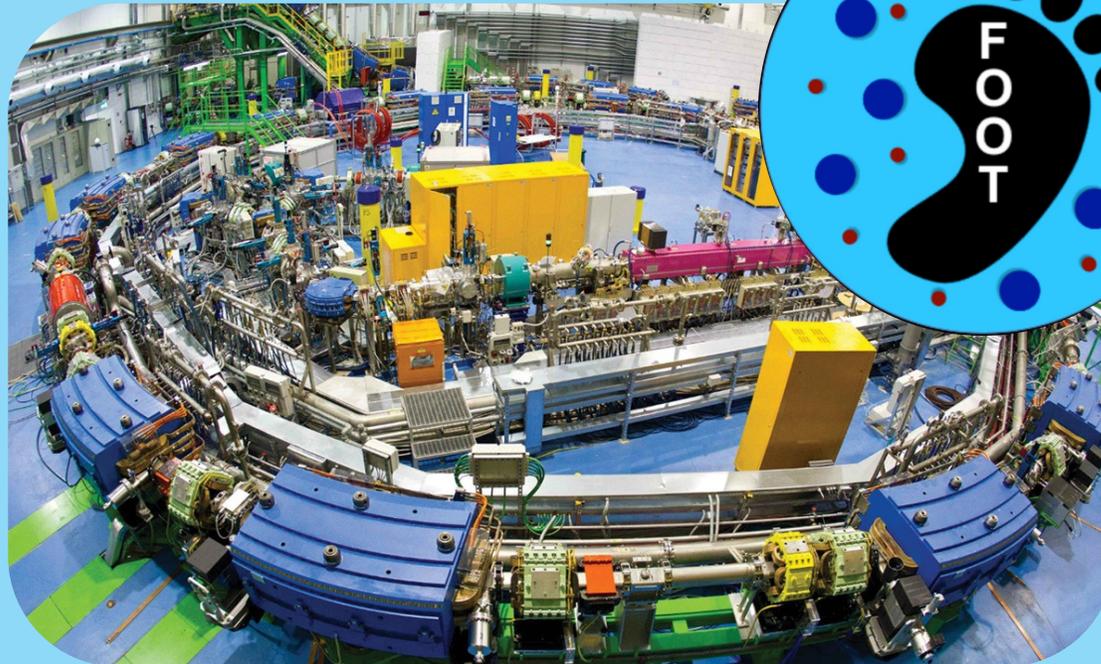


# 4 SFUMATURE DI FISICA NUCLEARE

INTERAZIONE TRA NUCLEI E TESSUTO UMANO



ES. ADROTERAPIA

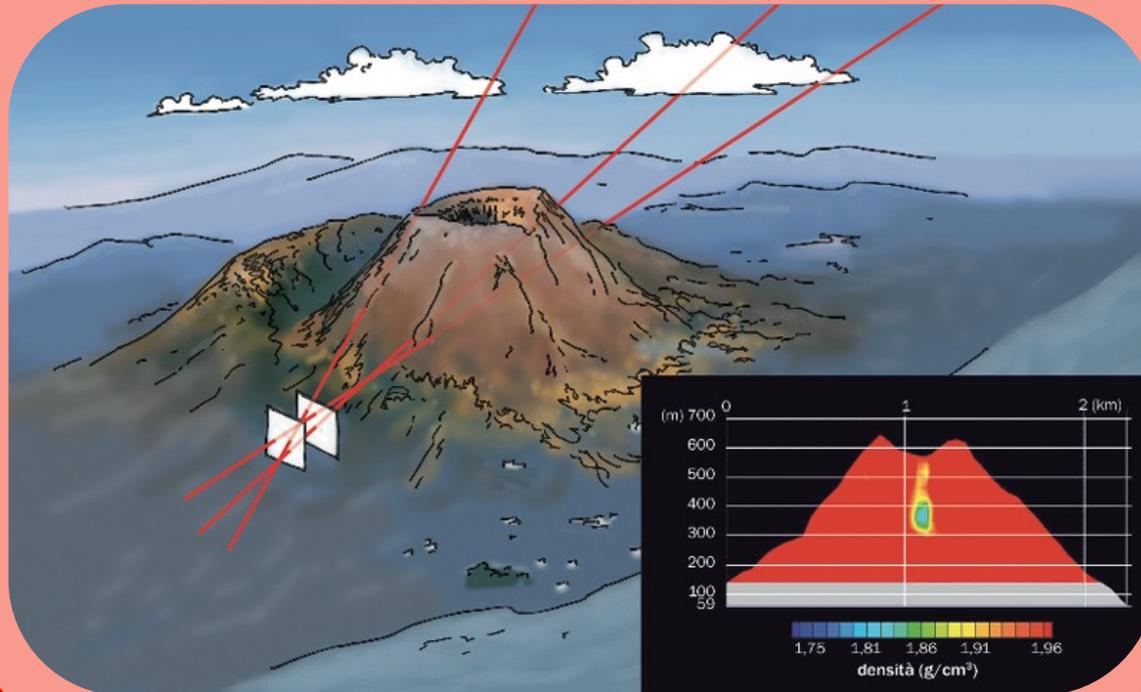


# 4 SFUMATURE DI FISICA NUCLEARE

INTERAZIONE TRA NUCLEI E PARTICELLE ELEMENTARI



ES. MUOGRAFIA



# 4 SFUMATURE DI FISICA NUCLEARE

PRODUZIONE E DECADIMENTO DI ISOTOPI



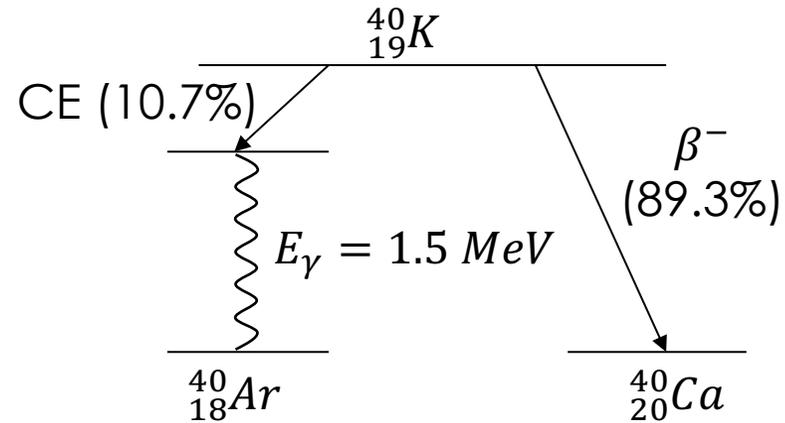
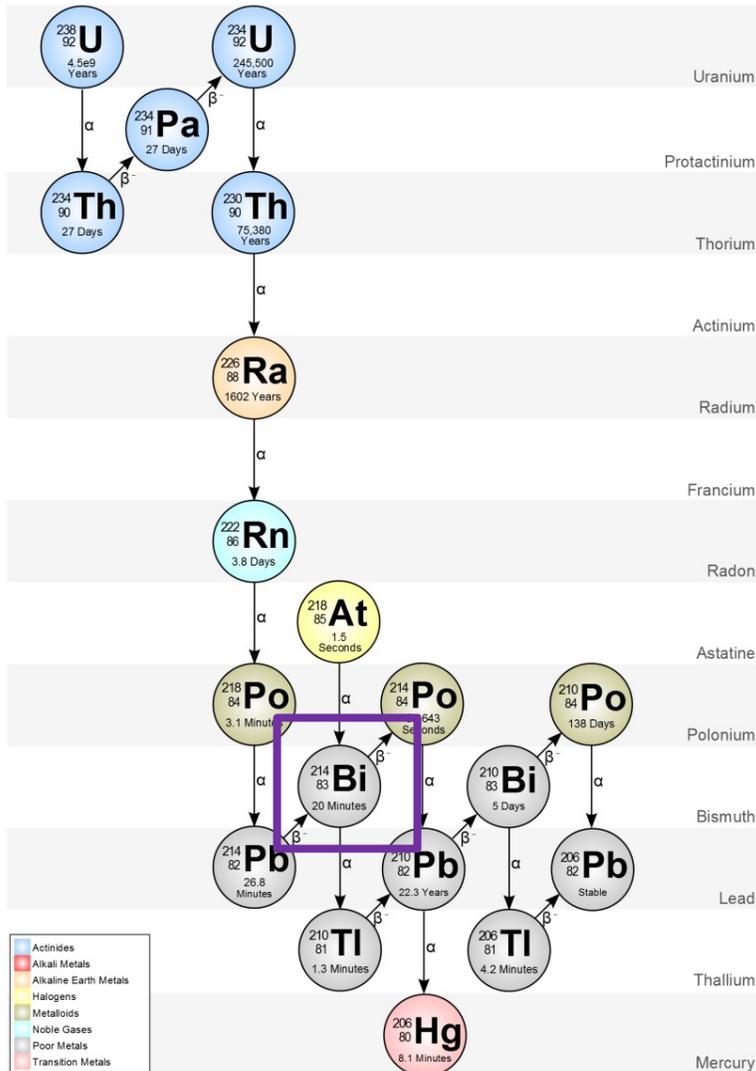
ES. GEO-DATAZIONE





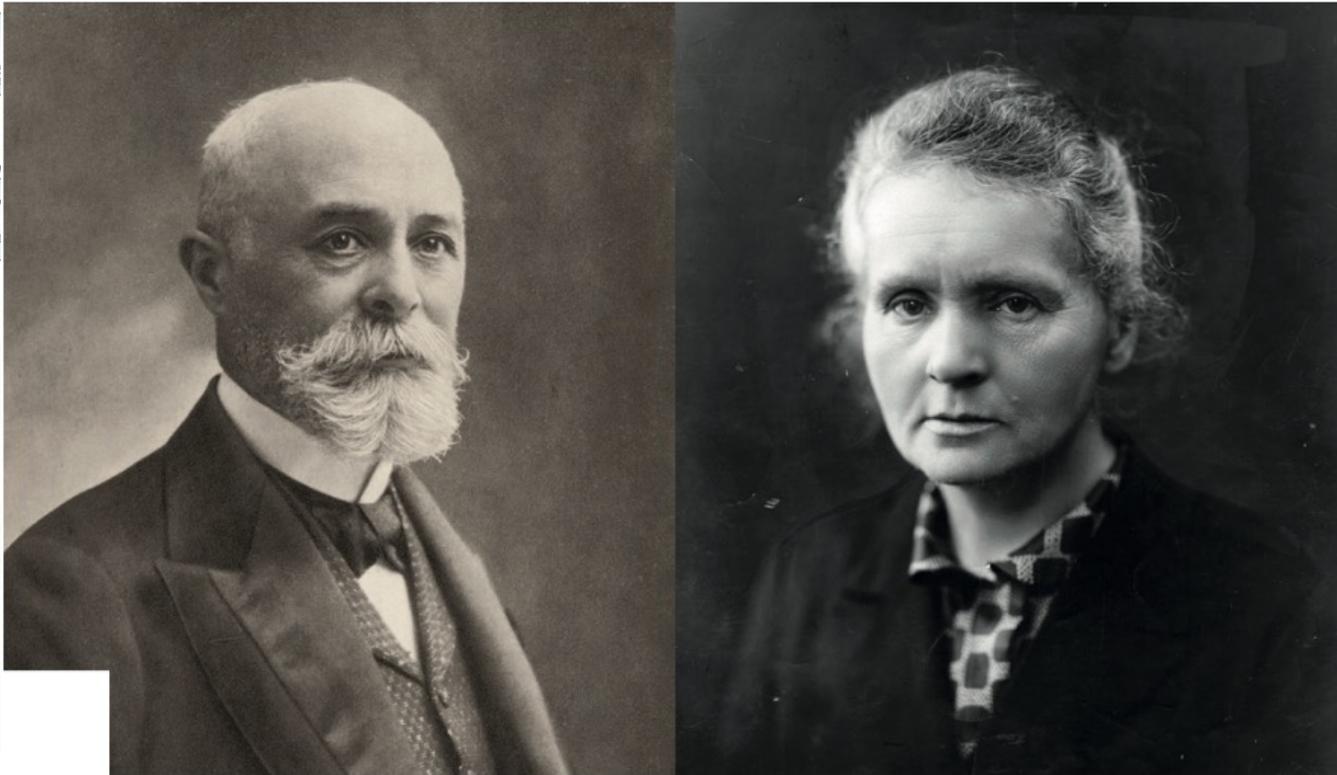
# DECADIMENTO DI NUCLEI RADIOATTIVI

# RADIOATTIVITÀ AMBIENTALE



La radioattività è un fenomeno fondamentale che ha plasmato l'universo ed è una parte integrante e inevitabile del nostro mondo. Ha contribuito a formare l'ambiente terrestre e probabilmente ha avuto un ruolo nell'evoluzione della vita.

# RADIOATTIVITÀ AMBIENTALE



Fu alla fine del XIX secolo che gli scienziati divennero consapevoli del fenomeno della radioattività.

Oggi conosciamo 28 elementi con radioisotopi che esistono naturalmente sulla Terra fin dai tempi primordiali. Altri sono comparsi nel corso della sua esistenza, attraverso processi radioattivi naturali all'interno della Terra.

Lo scienziato francese Henri Becquerel (a sinistra) e Marie Skłodowska Curie, insieme a suo marito Pierre Curie, svolsero il lavoro pionieristico sulla radioattività per il quale vinsero il Premio Nobel per la Fisica nel 1903.

# MISURA DI ELEMENTI RADIOATTIVI

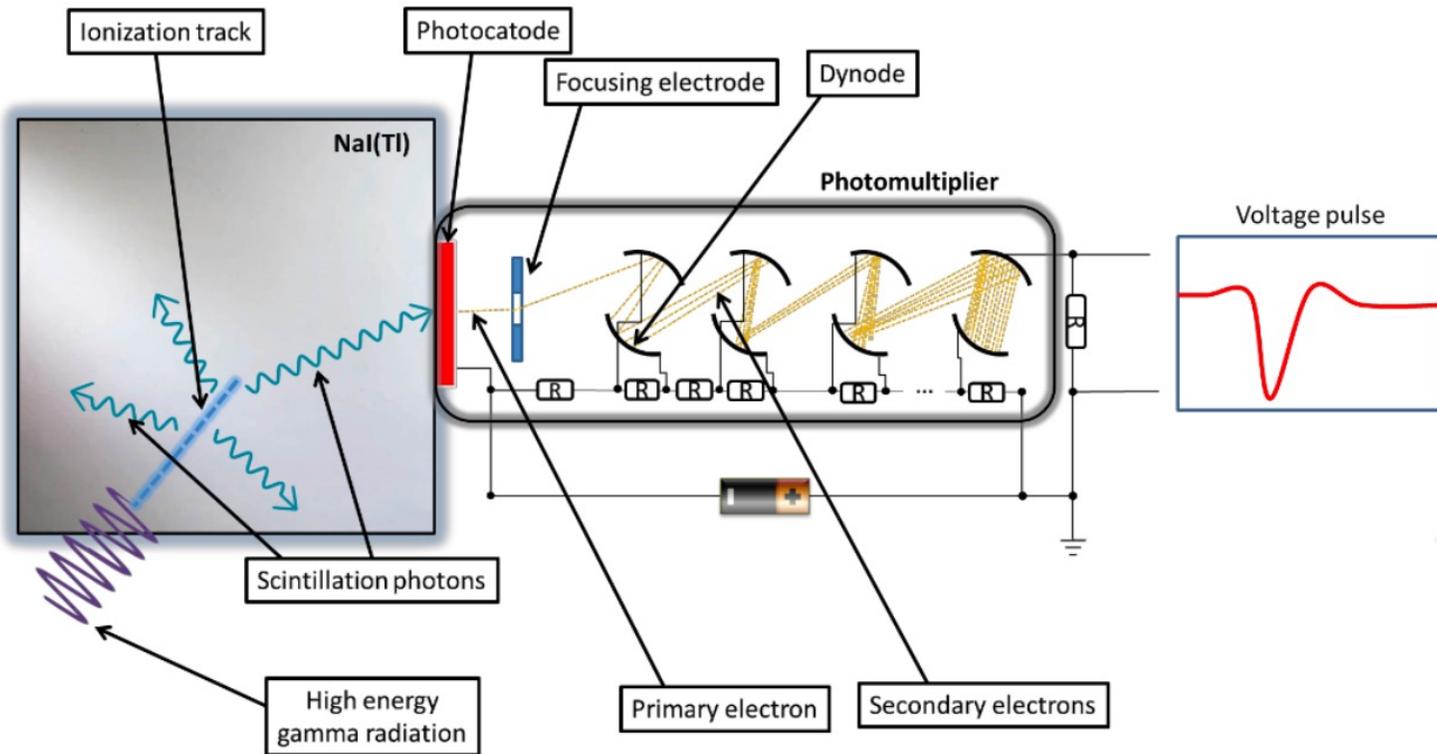


# MISURA DI ELEMENTI RADIOATTIVI

## É ORA DI FARE GLI SPERIMENTALI !

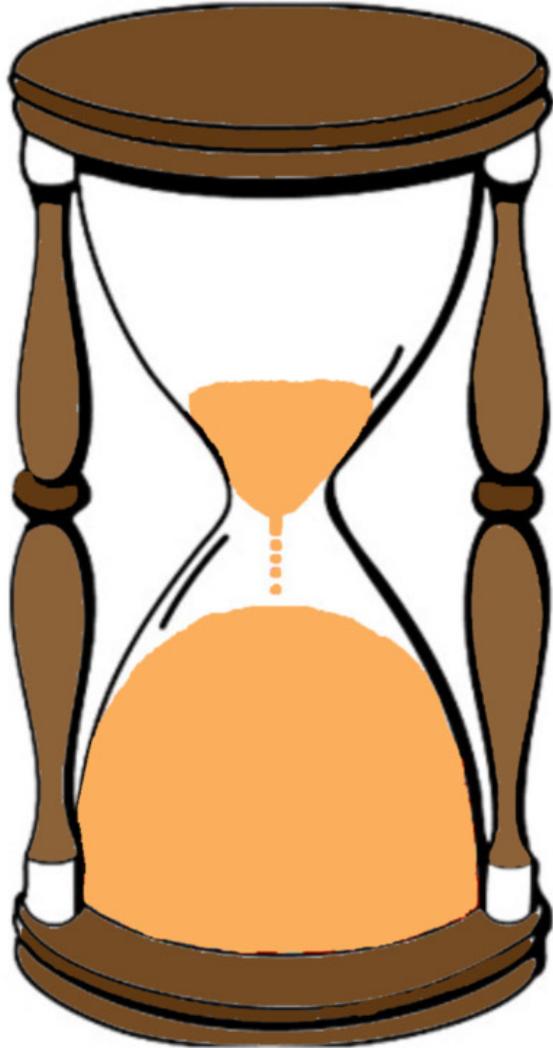


# COME FUNZIONA?



OBIETTIVO DI UN BUON DETECTOR:  
SFRUTTARE L'INTERAZIONE  
PARTICELLA-MATERIA PER OTTENERE  
UN SEGNALE CHE SIA INTERPRETABILE

# MISURA DI ELEMENTI RADIOATTIVI



ASPETTIAMO 10 MINUTI...

...E INTANTO CONTINUIAMO

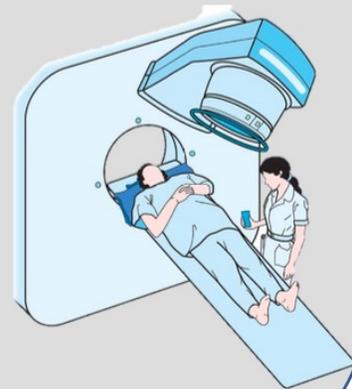
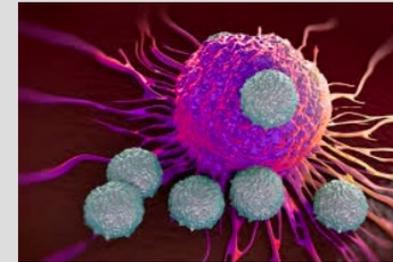
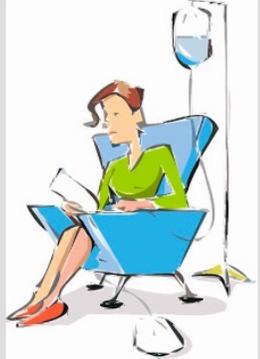


# INTERAZIONE TRA NUCLEI E TESSUTO UMANO

# APPLICAZIONI MEDICHE: CURA DI TUMORI

Ogni anno viene  
diagnosticato un nuovo  
tumore a circa il 3‰  
della popolazione  
⇒ 19.3 persone/anno

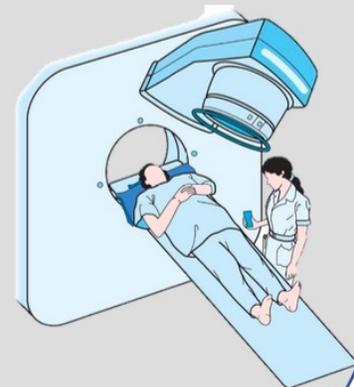
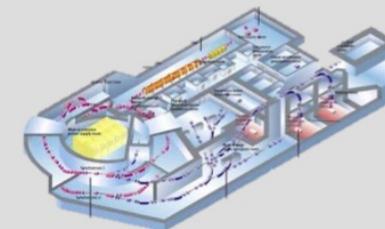
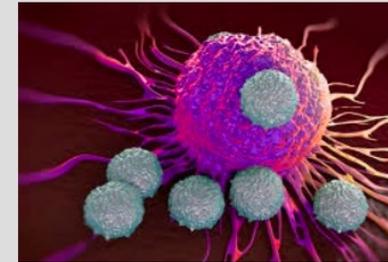
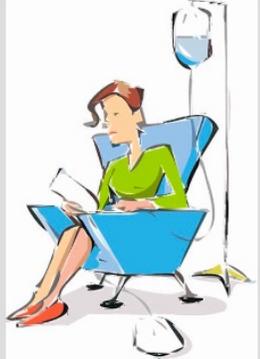
- Surgery
- Chemiotherapy
- Immunotherapy
- Radiotherapy
- Hadrotherapy



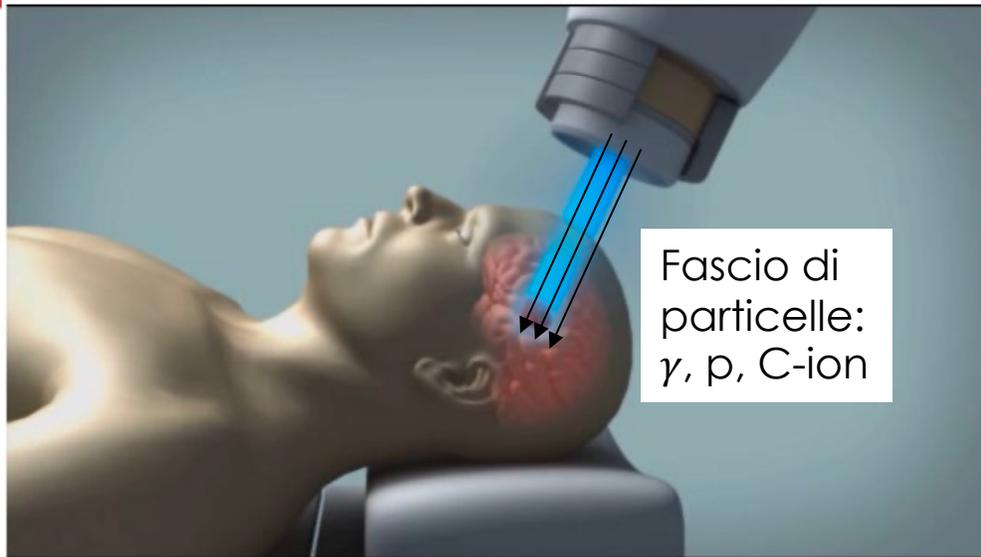
# APPLICAZIONI MEDICHE: CURA DI TUMORI

Ogni anno viene  
diagnosticato un nuovo  
tumore a circa il 3‰  
della popolazione  
⇒ 19.3 persone/anno

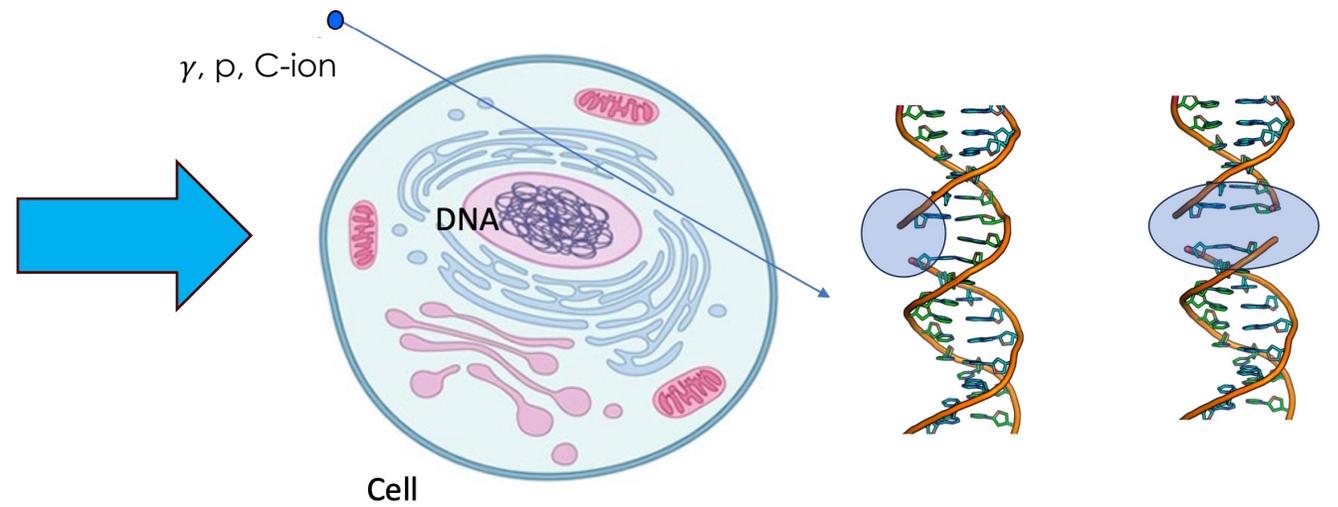
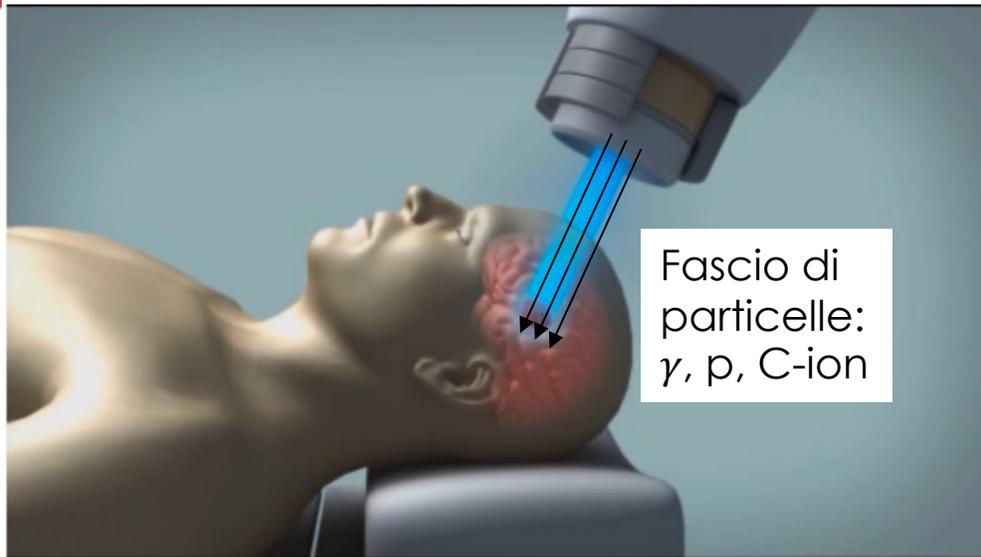
- Surgery
- Chemiotherapy
- Immunotherapy
- Radiotherapy
- Hadrotherapy



# CURA DI TUMORI TRAMITE PARTICELLE

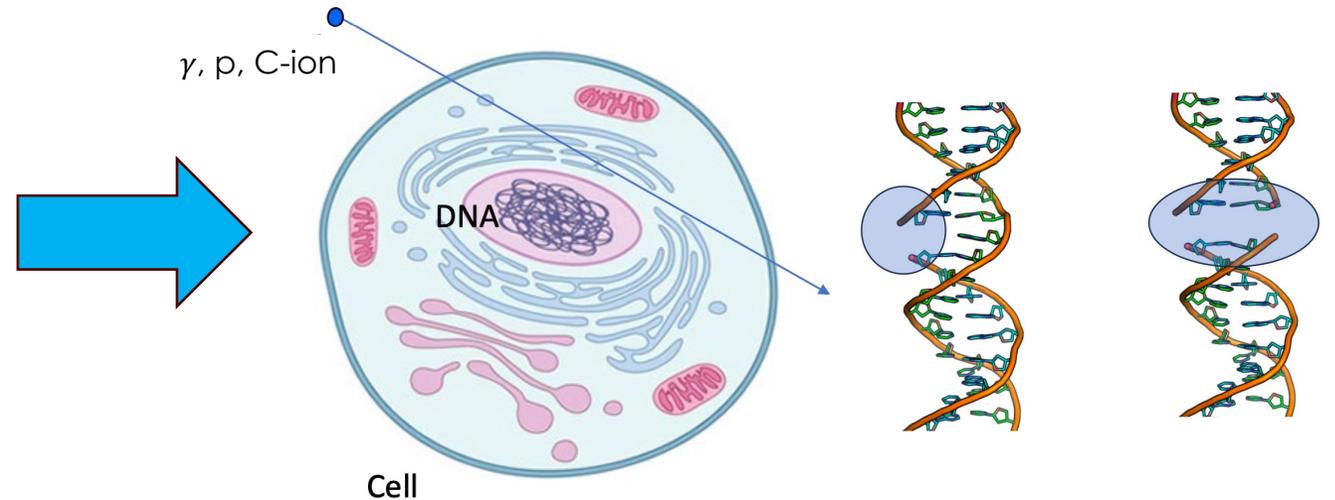
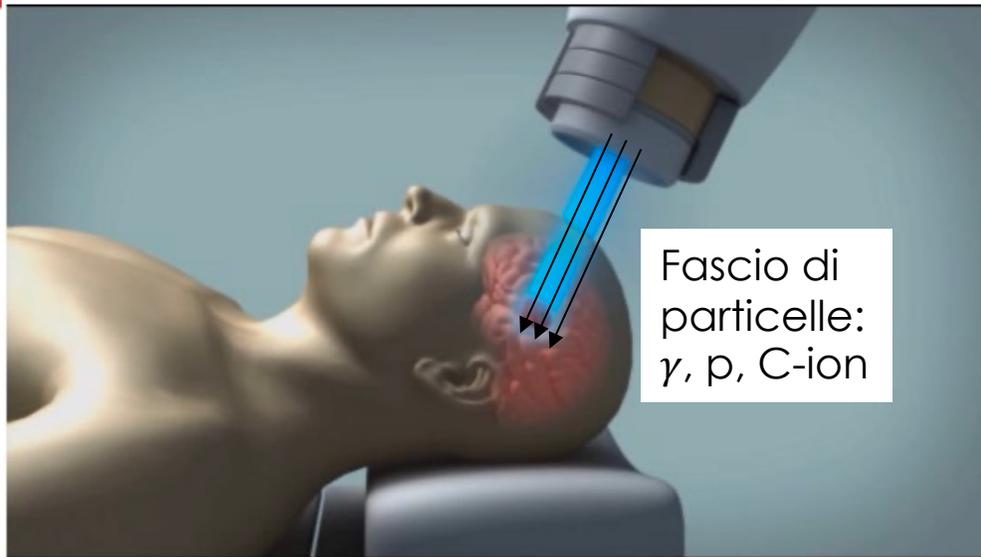


# CURA DI TUMORI TRAMITE PARTICELLE



Una particella attraversando i tessuti può interagire e rilasciare energia. Questa energia rilasciata può provocare la rottura parziale o totale della catena del DNA

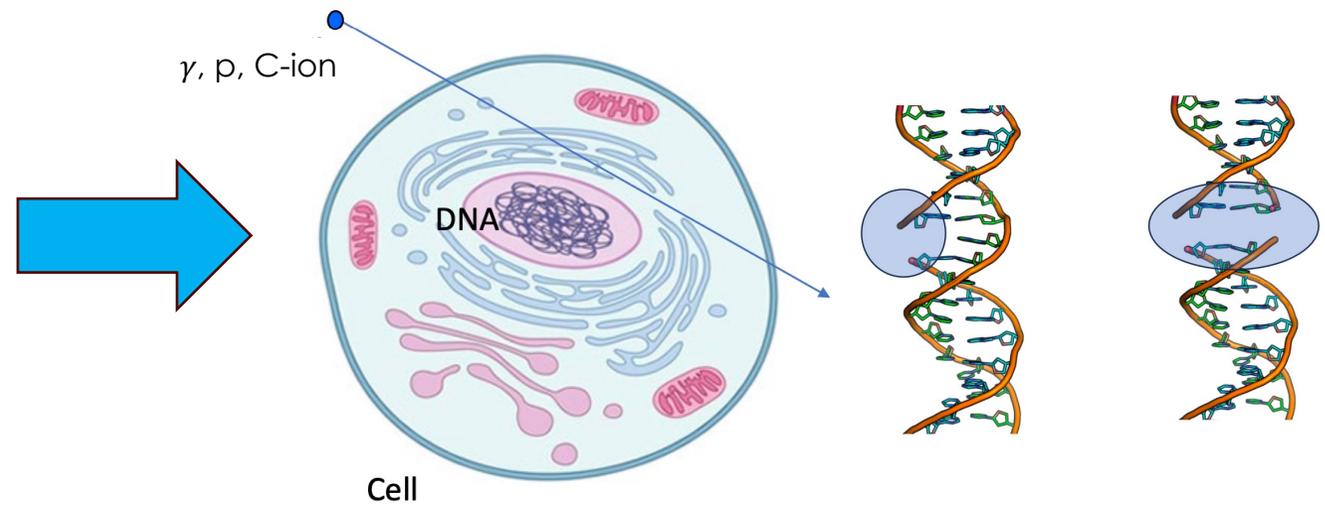
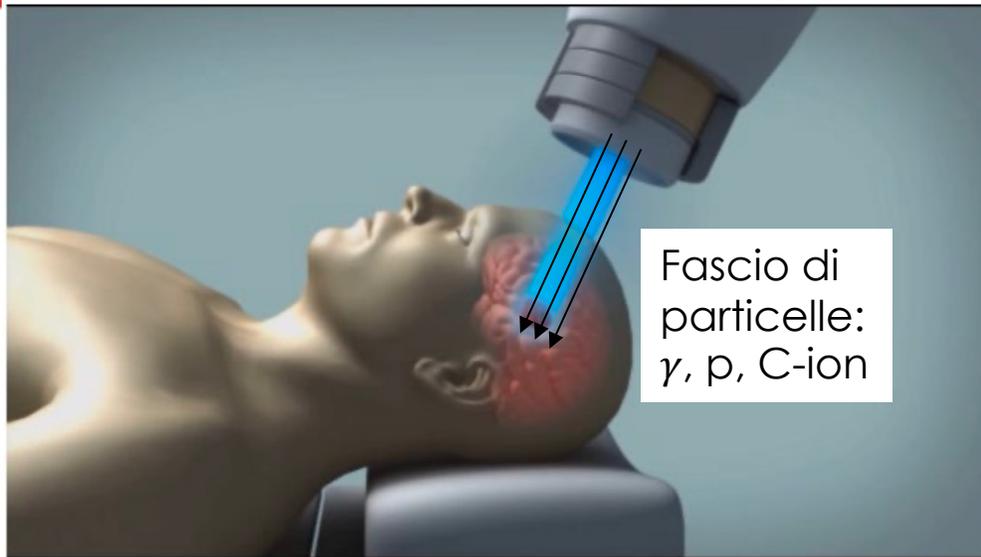
# CURA DI TUMORI TRAMITE PARTICELLE



Una cellula (nel nostro caso quella tumorale) ha il DNA danneggiato allora perde la capacità di riprodursi, e va in apoptosi

Una particella attraversando i tessuti può interagire e rilasciare energia. Questa energia rilasciata può provocare la rottura parziale o totale della catena del DNA

# CURA DI TUMORI TRAMITE PARTICELLE



Una particella attraversando i tessuti può interagire e rilasciare energia. Questa energia rilasciata può provocare la rottura parziale o totale della catena del DNA

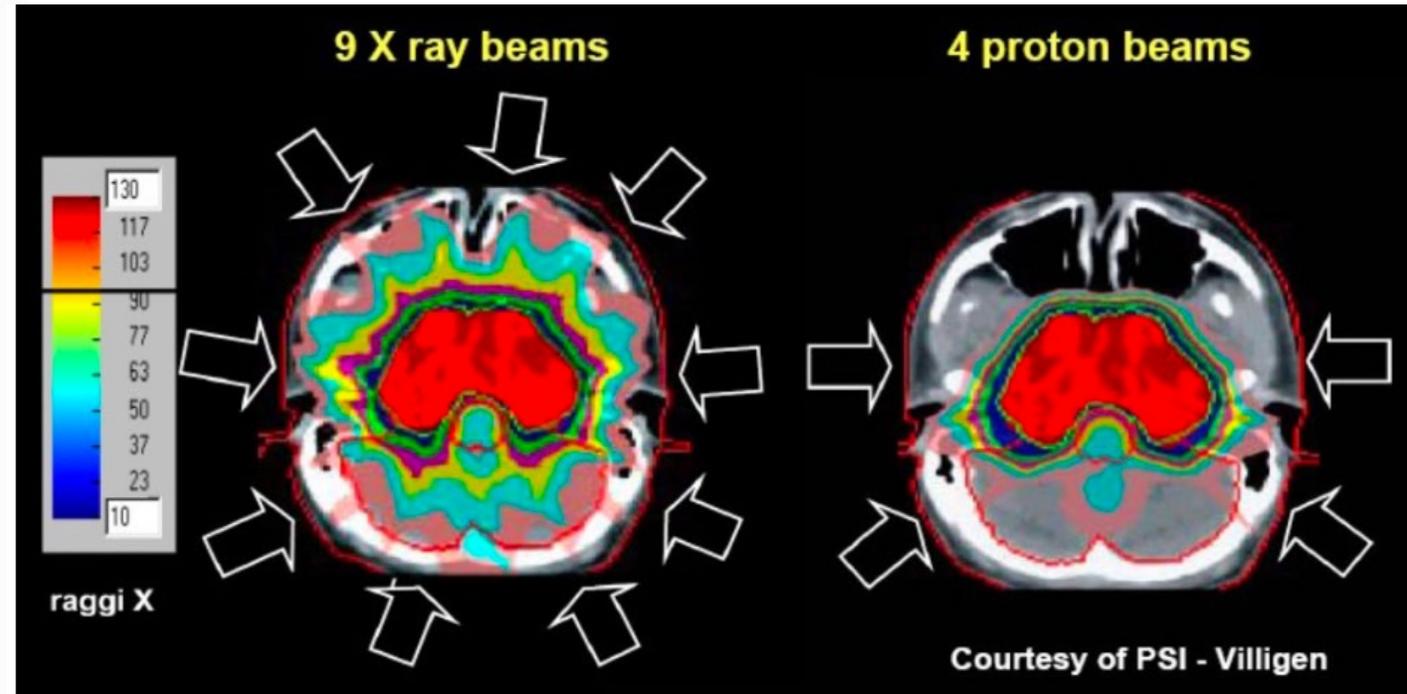
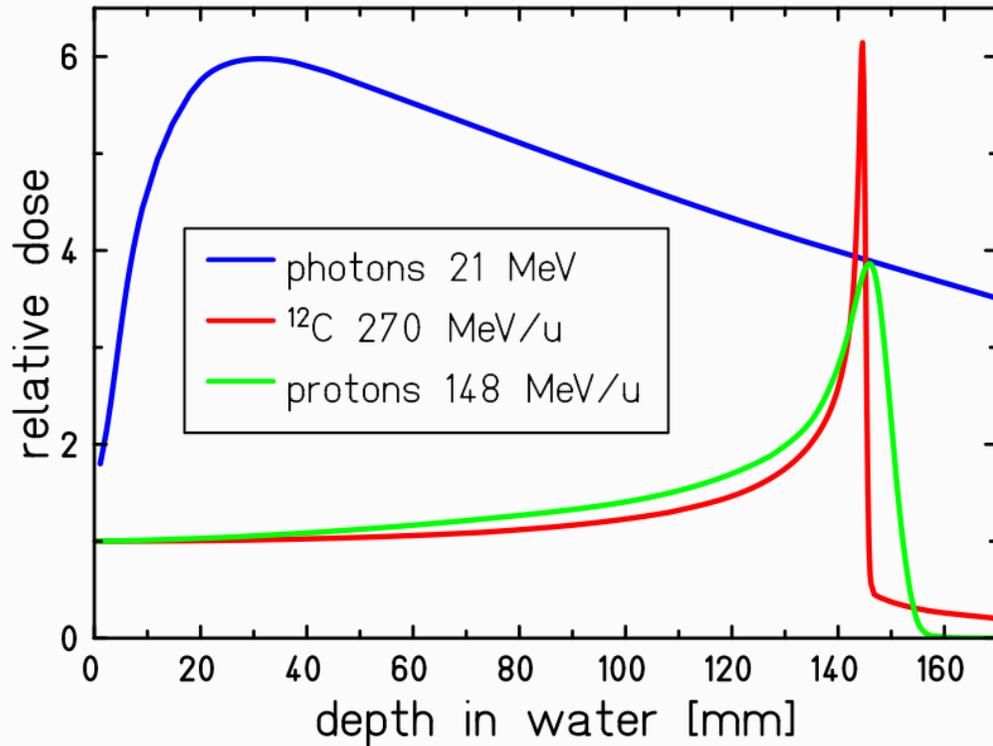
Una cellula (nel nostro caso quella tumorale) ha il DNA danneggiato allora perde la capacità di riprodursi, e va in apoptosi

⇒ IL TUMORE SI RIDUCE



# RADIOTERAPIA VS ADROTERAPIA

Depth dose profiles



Diverse particelle hanno rilasci di energia diversi

# RADIOTERAPIA VS ADROTERAPIA

PROS and CONS

- Migliore profilo di dose con gli adroni
- La penetrazione dipende dall'energia
- PIÙ costosi dei raggi  $\gamma$
- Effetti nucleari non completamente conosciuti

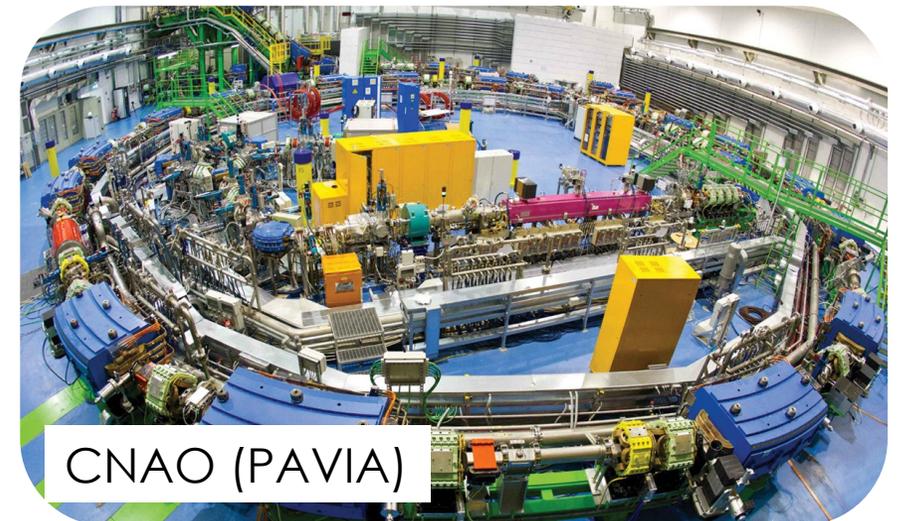
World



Europe

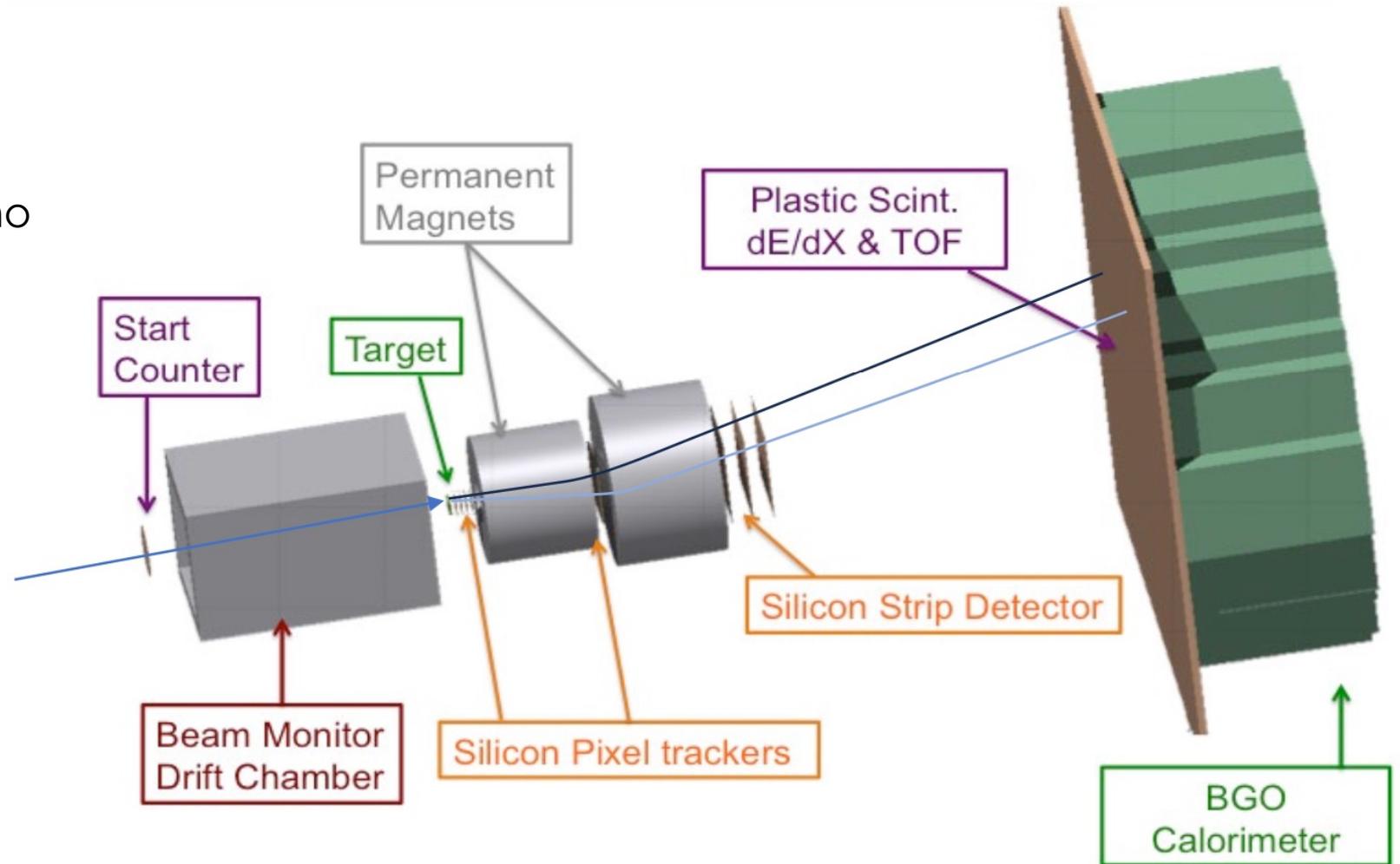


 p  
 (p & C)



# ULTIME PAROLE SULL'ADROTERAPIA: FOOT

**FOOT** (FragmentatiOn Of Target) è un esperimento di fisica nucleare che studia l'interazione dei nuclei con i componenti del tessuto umano per migliorare la conoscenza degli effetti collaterali associati all'adroterapia





# INTERAZIONI TRA NUCLEI E PARTICELLE ELEMENTARI

# COSA C'È DENTRO?



# STUDIO DELLA STRUTTURA INTERNA DI GRANDI OGGETTI



Generatore di particelle

Rivelatore per le particelle

**POSSO FARE LA  
RADIOGRAFIA ALLE  
MONTAGNE?**



# MUOGRAFIA: I RAGGI COSMICI



**CHE COSA SONO I  
RAGGI COSMICI?**

# PRIMA DI RISPONDERE...



PRIMA DI RISPONDERE...

È ORA DI CONTROLLARE SE

HA FINITO DI PRENDERE

DATI



# MUOGRAFIA: I RAGGI COSMICI



I raggi cosmici sono particelle provenienti dallo spazio, che interagendo con l'atmosfera producono fasci di particelle secondarie

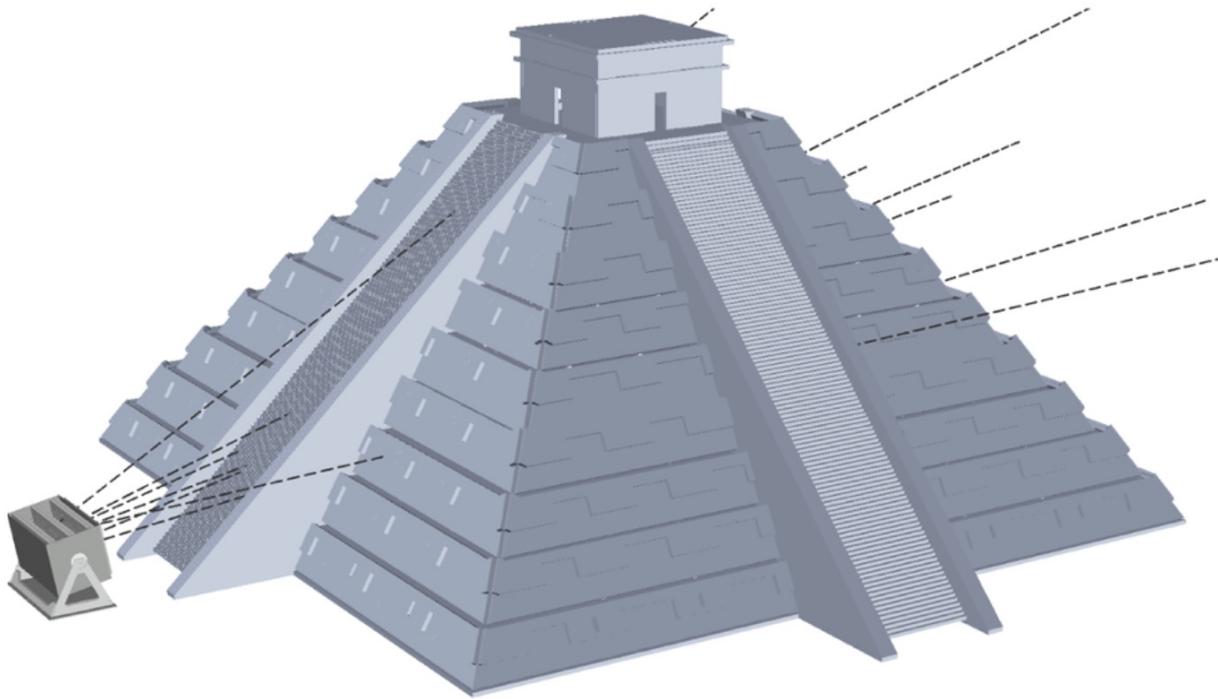
# MUOGRAFIA: I RAGGI COSMICI



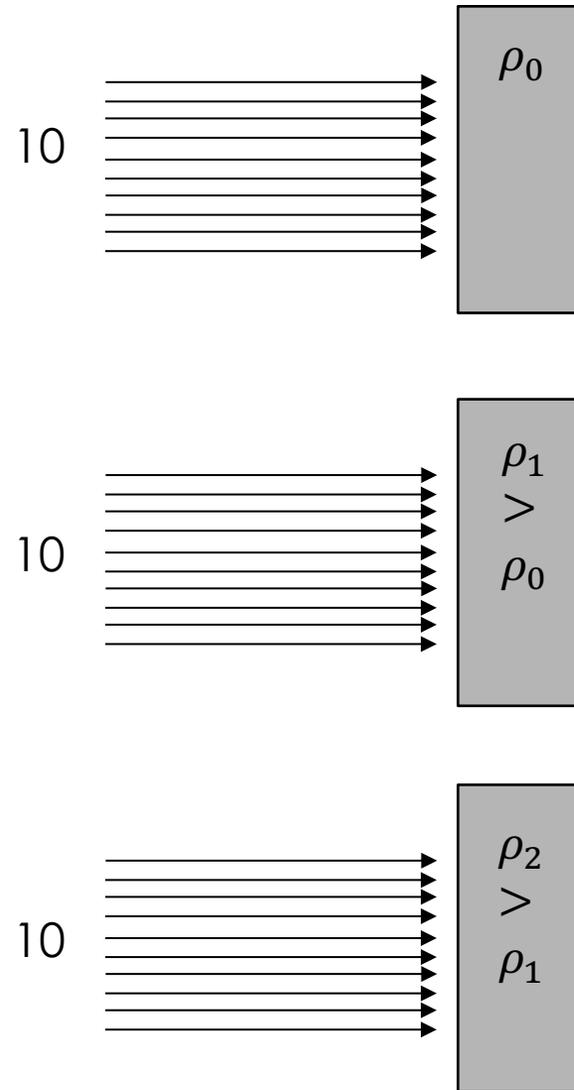
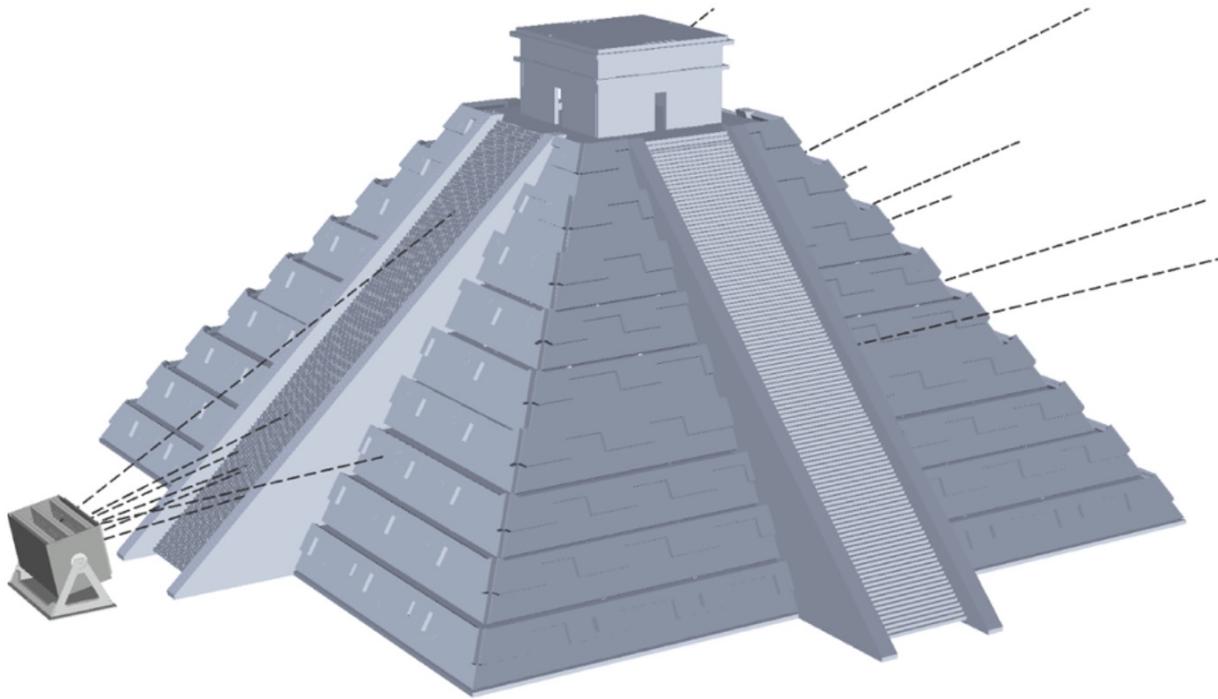
I raggi cosmici sono particelle provenienti dallo spazio, che interagendo con l'atmosfera producono fasci di particelle secondarie

⇒ Abbiamo un "Generatore" di particelle

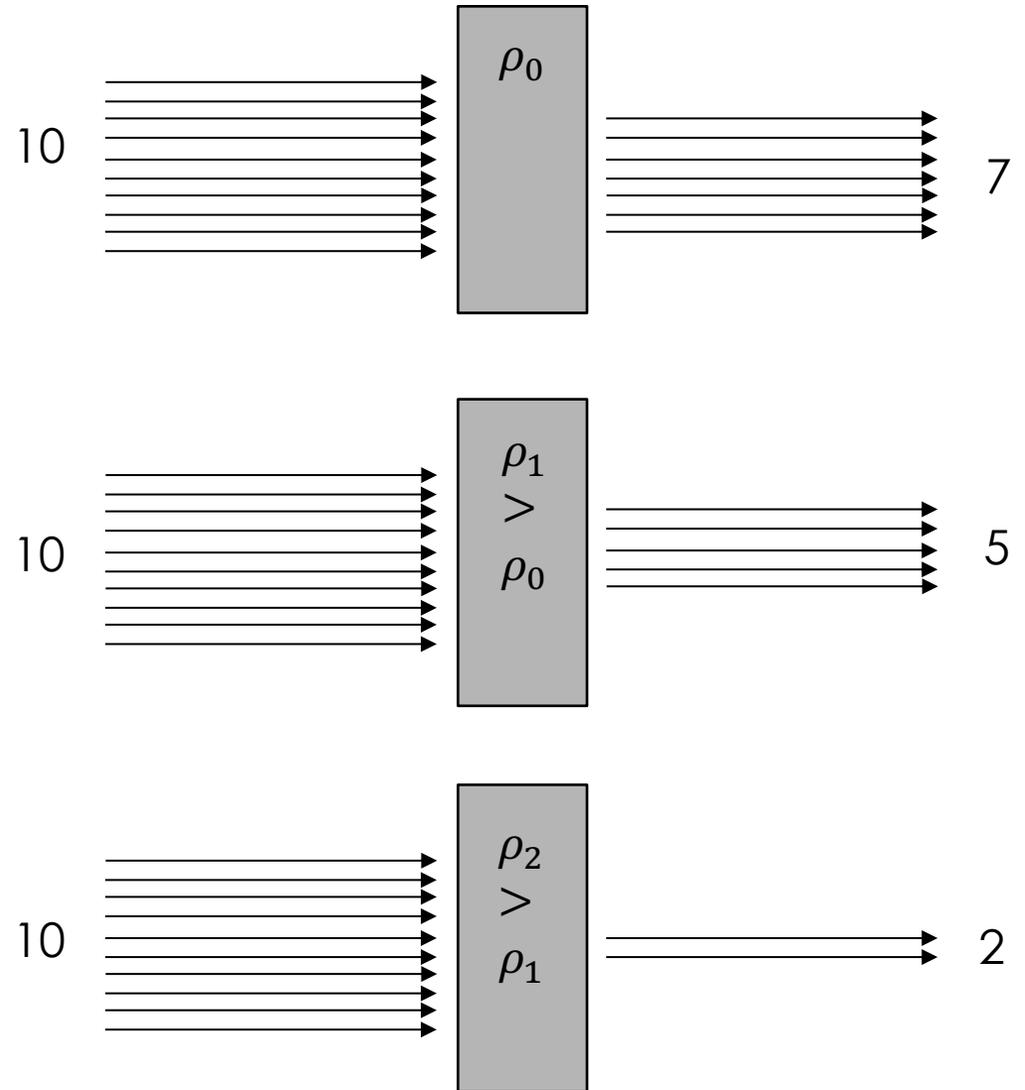
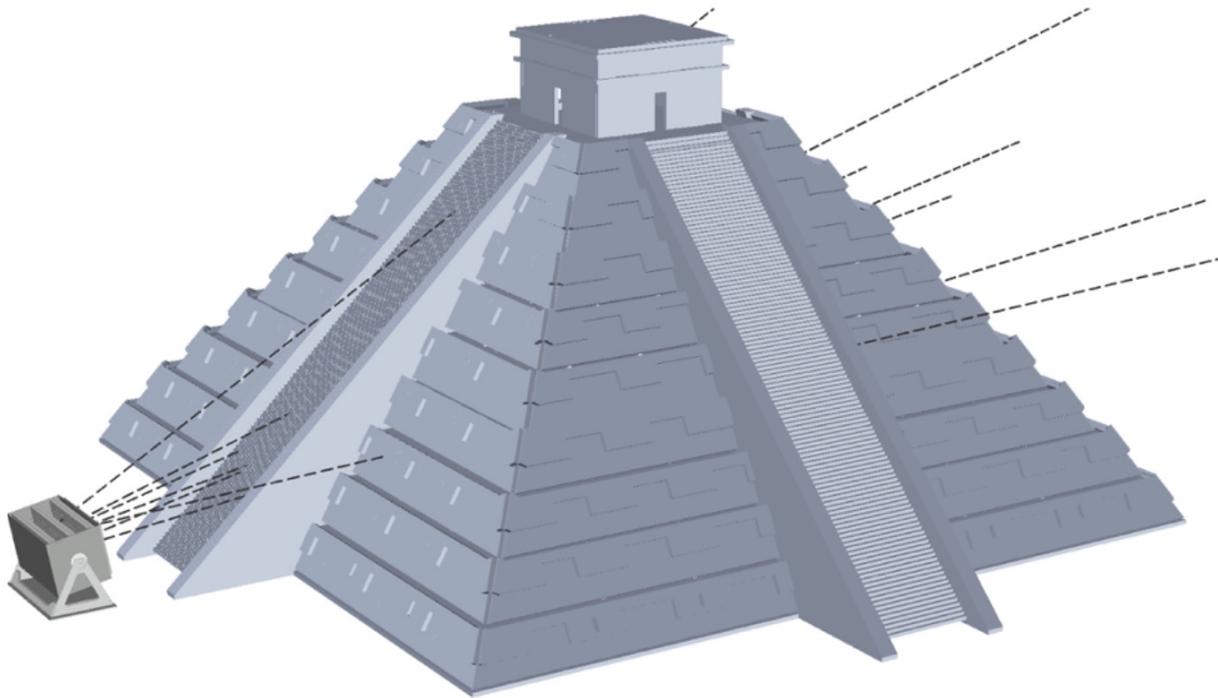
# MUOGRAFIA



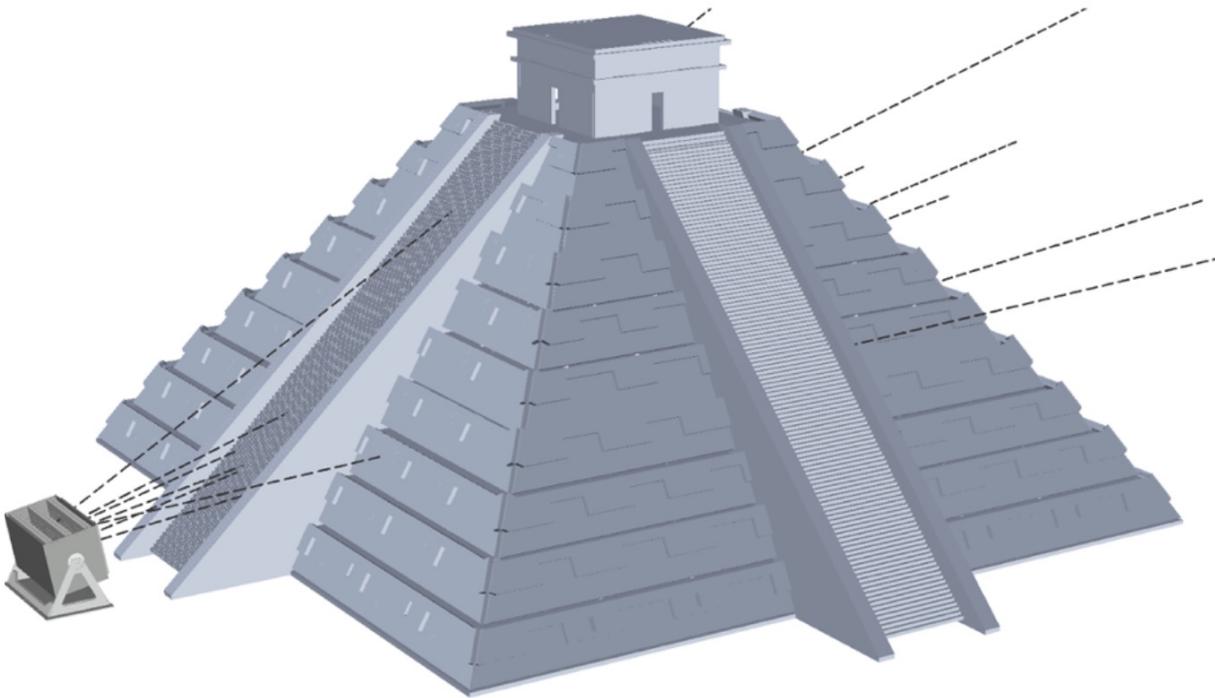
# MUOGRAFIA



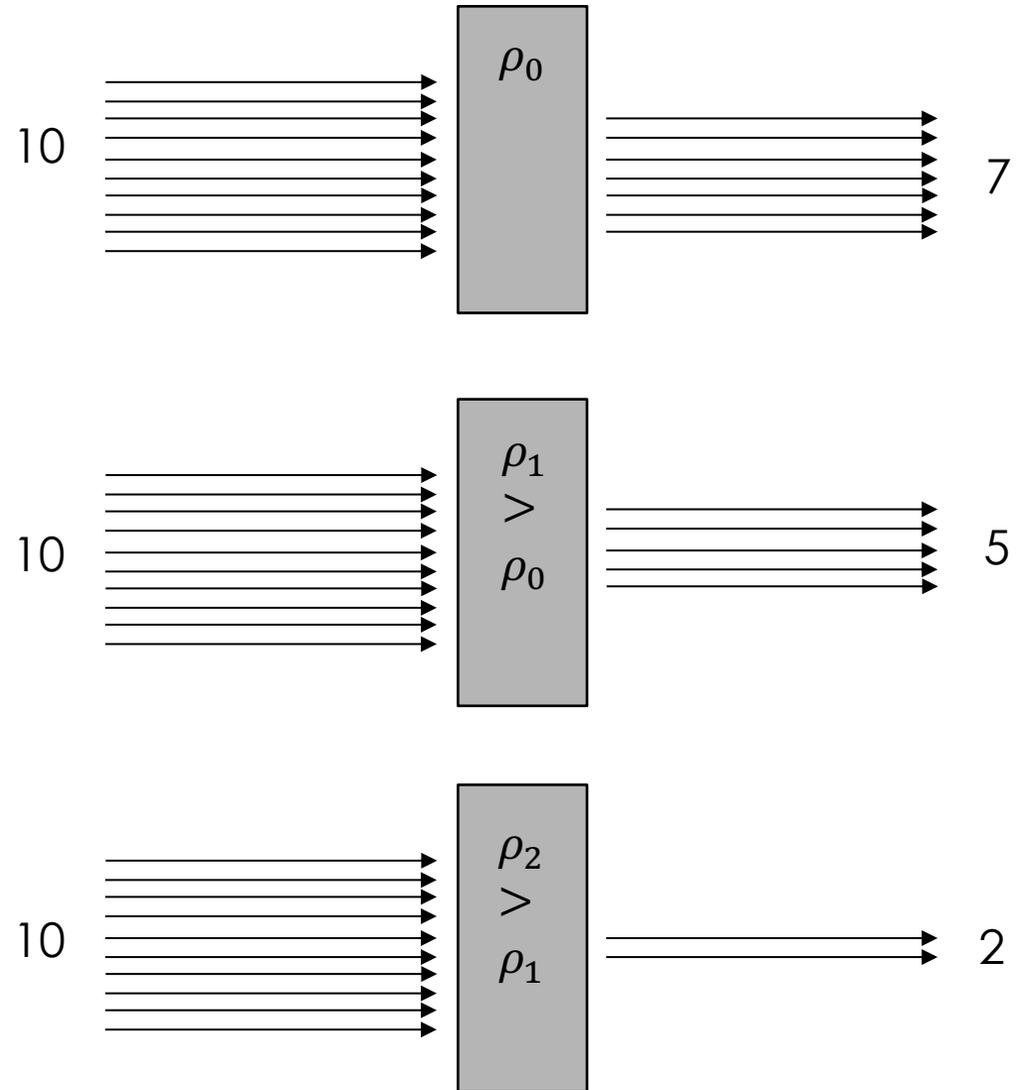
# MUOGRAFIA



# MUOGRAFIA

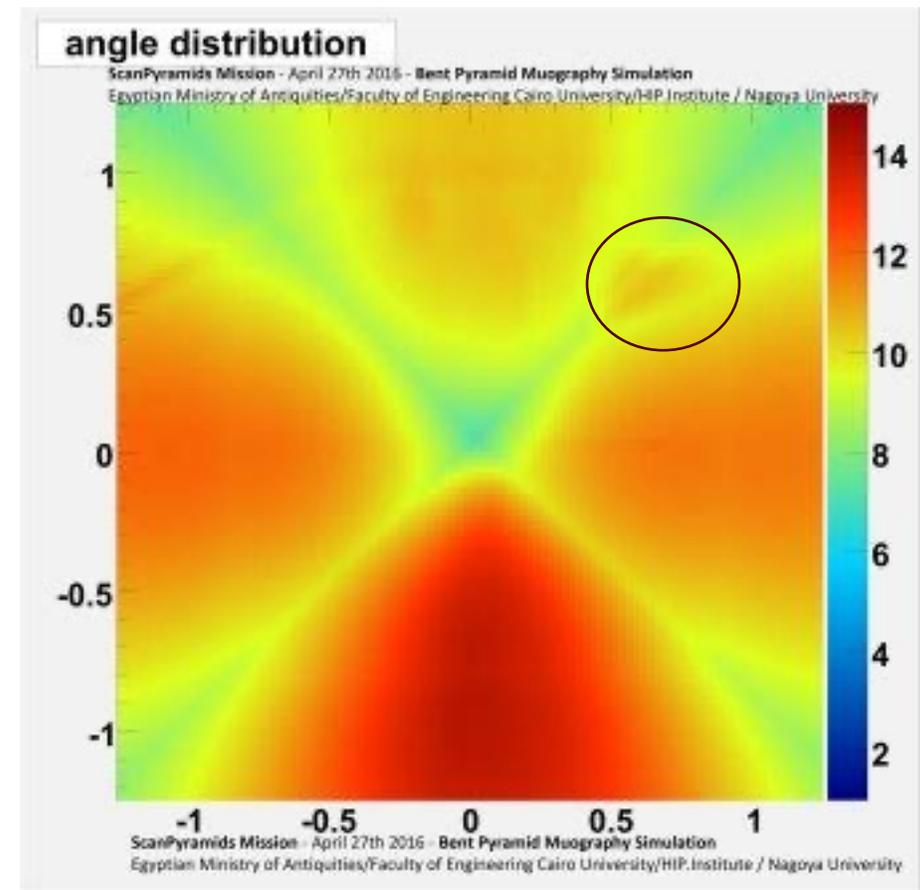
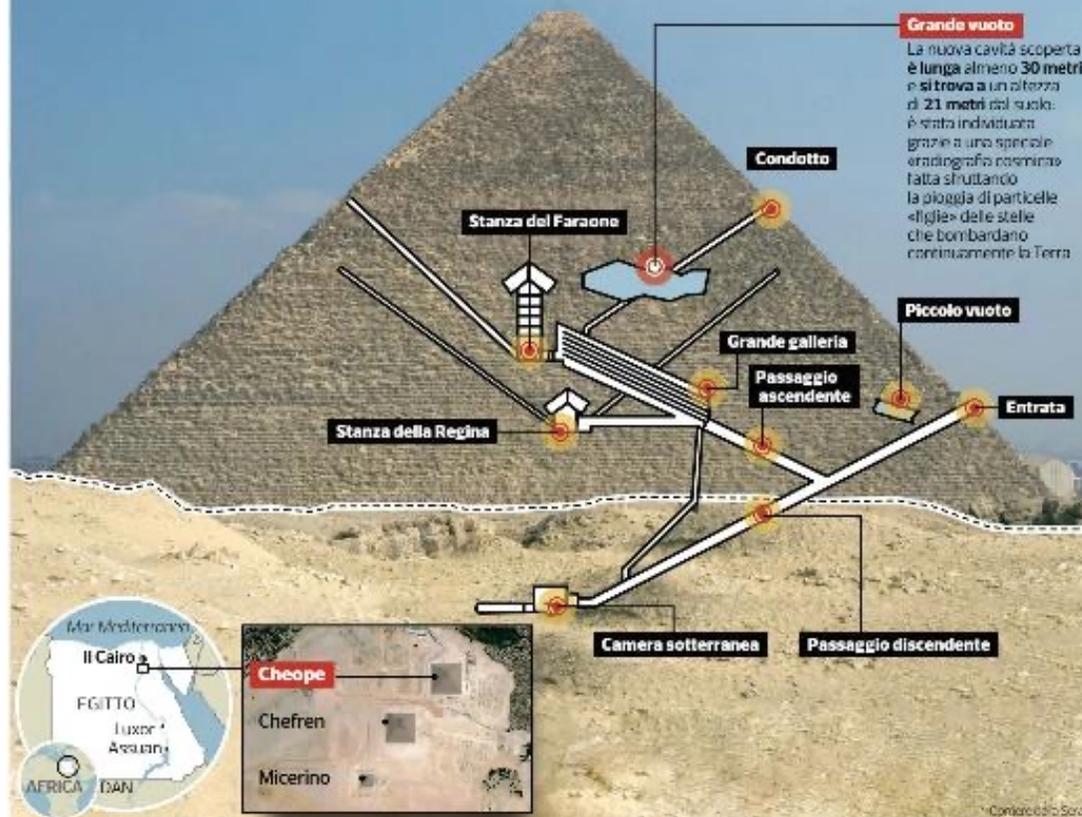


Contando quante particelle passano, posso capire la densità dell'oggetto attraversato



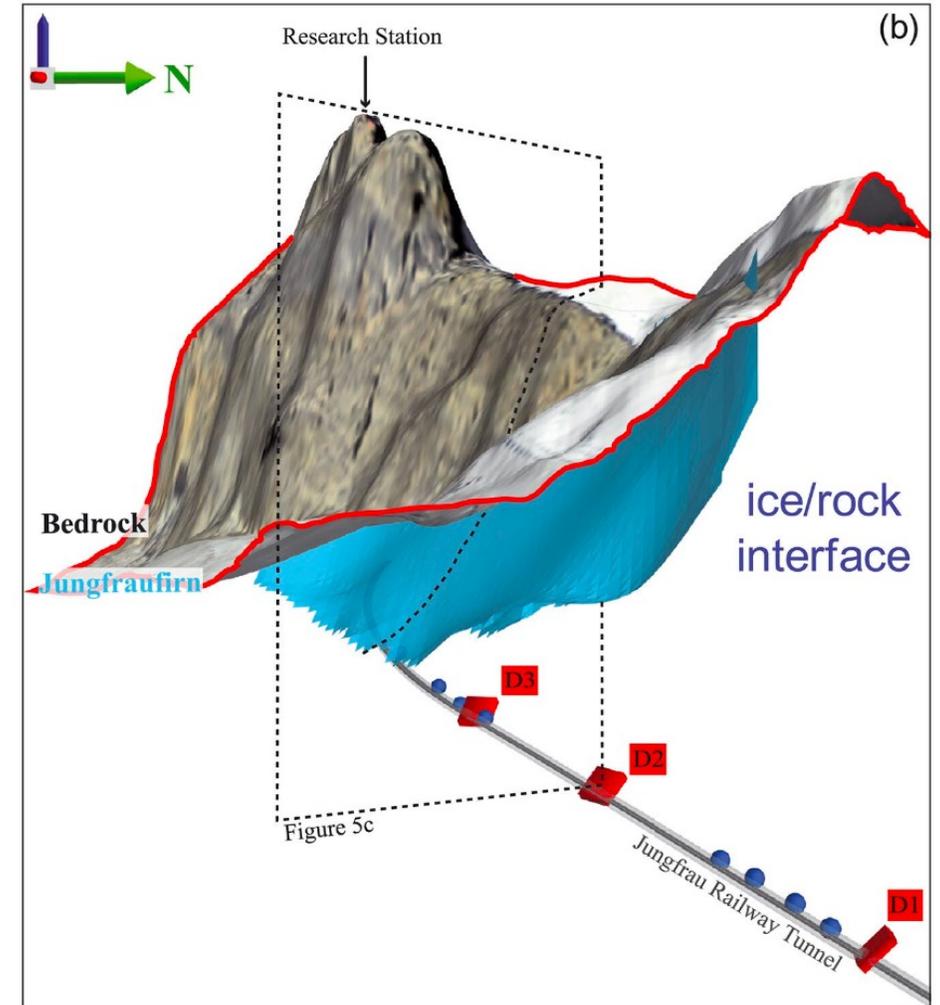
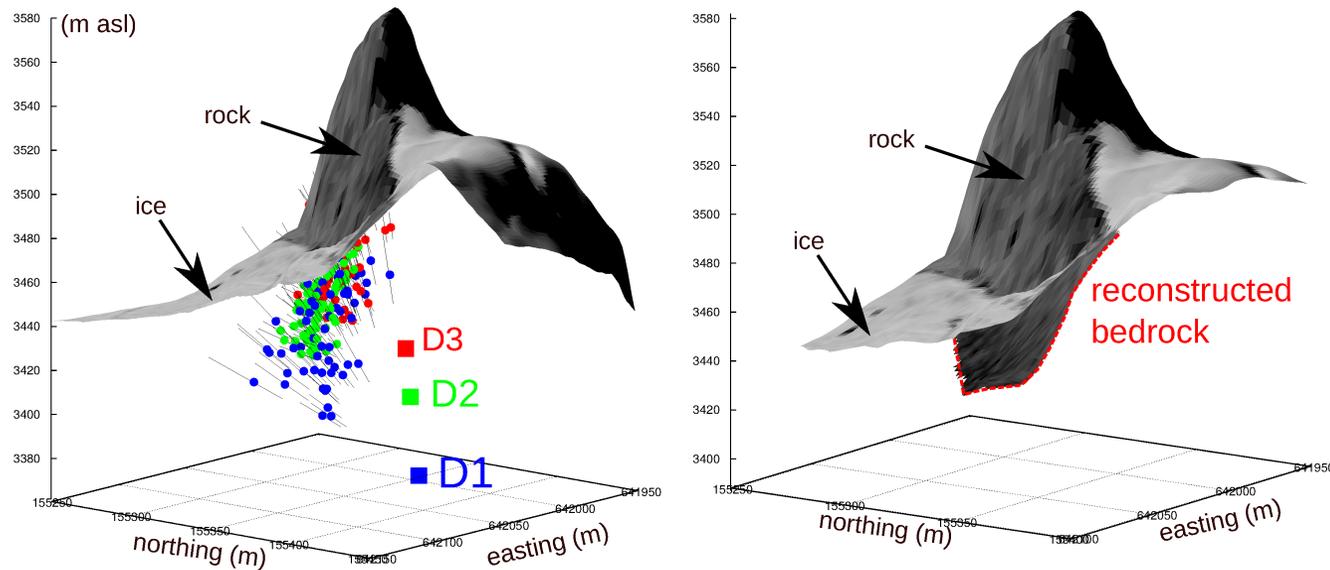
# MUOGRAFIA: scoperta di una stanza nascosta

## Una stanza misteriosa nella piramide di Cheope



# MUOGRAFIA: misura dello spessore dei ghiacciai

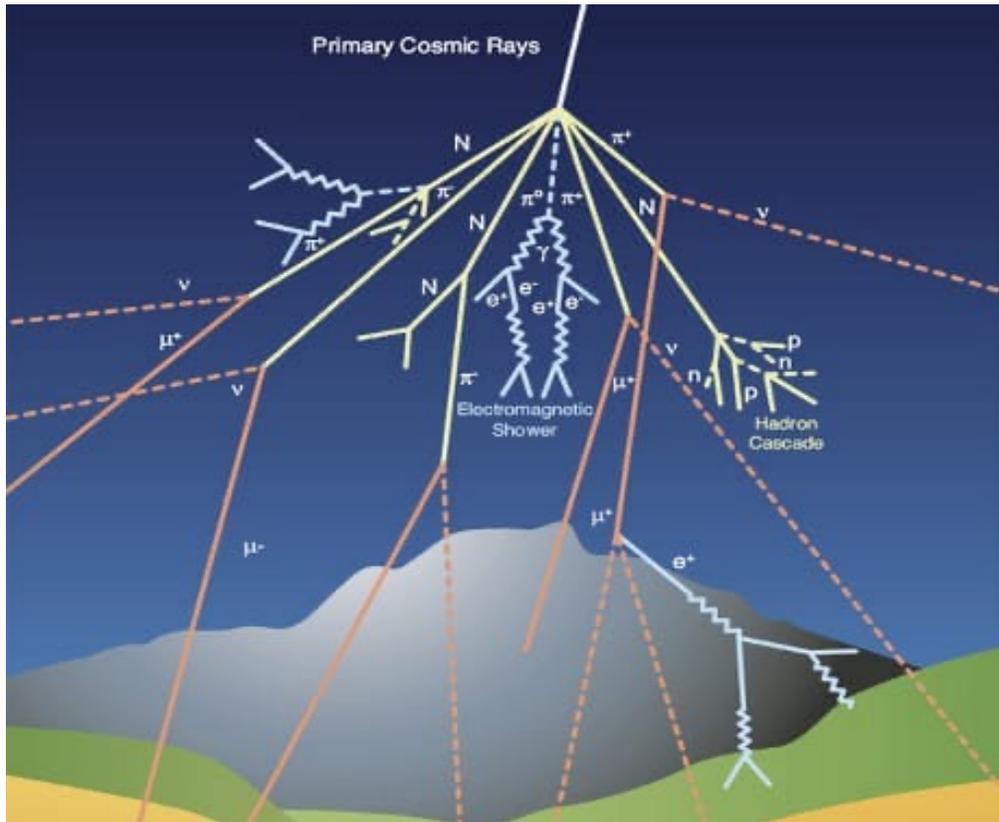
Lo spessore dei ghiacciai e il loro andamento nel corso dell'anno è di estrema importanza per i modelli che studiano il cambiamento climatico



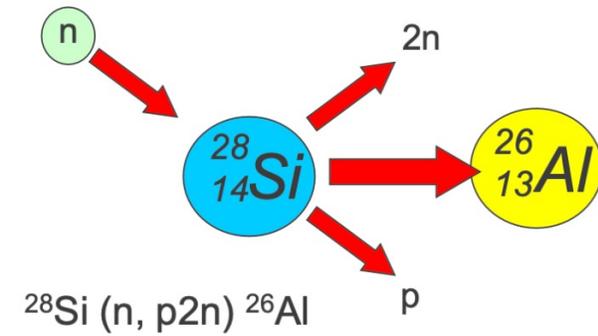
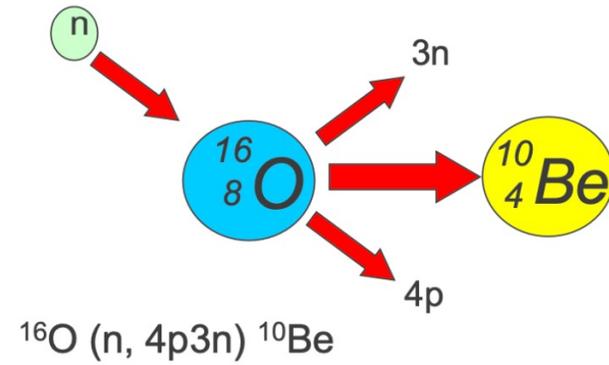
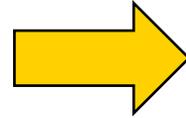
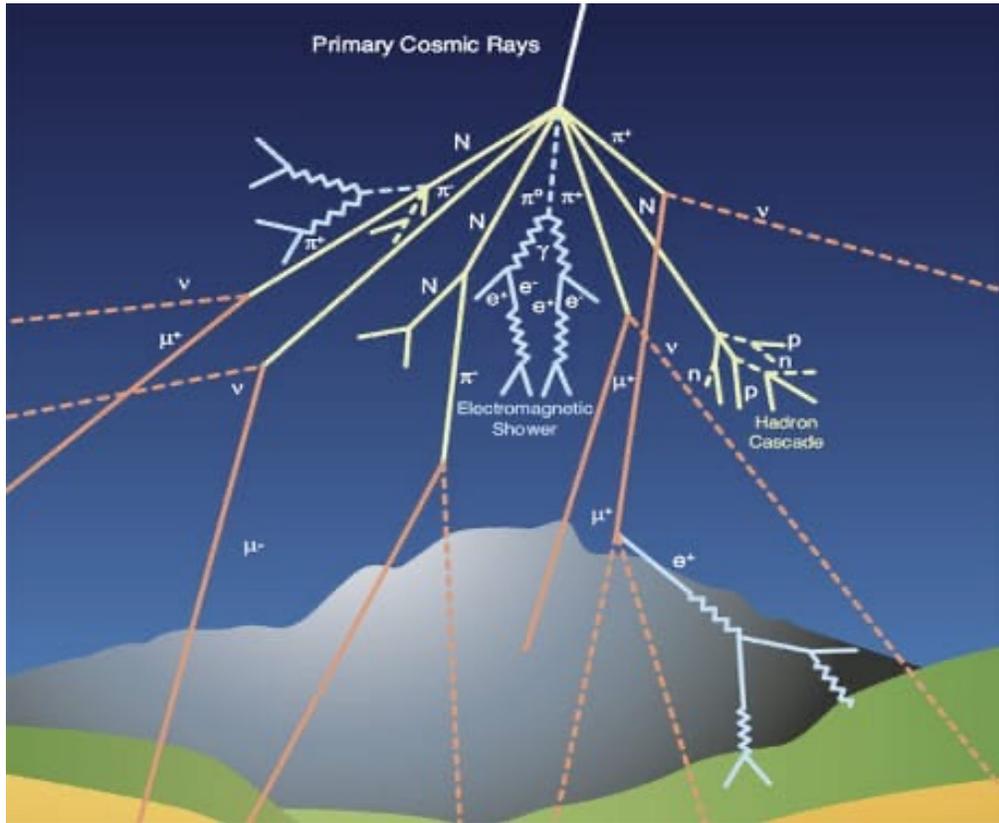


# PRODUZIONE E DECADIMENTO DI ISOTOPI

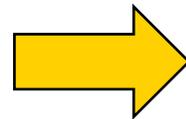
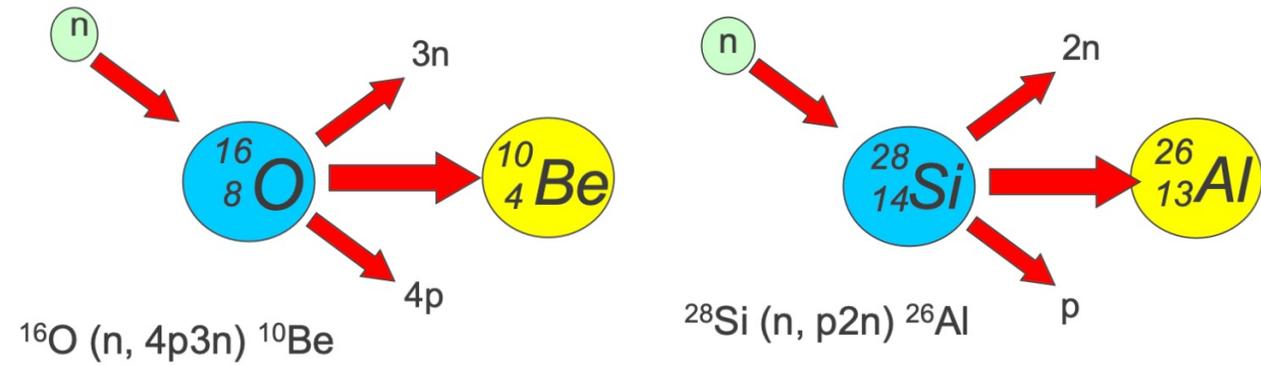
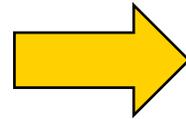
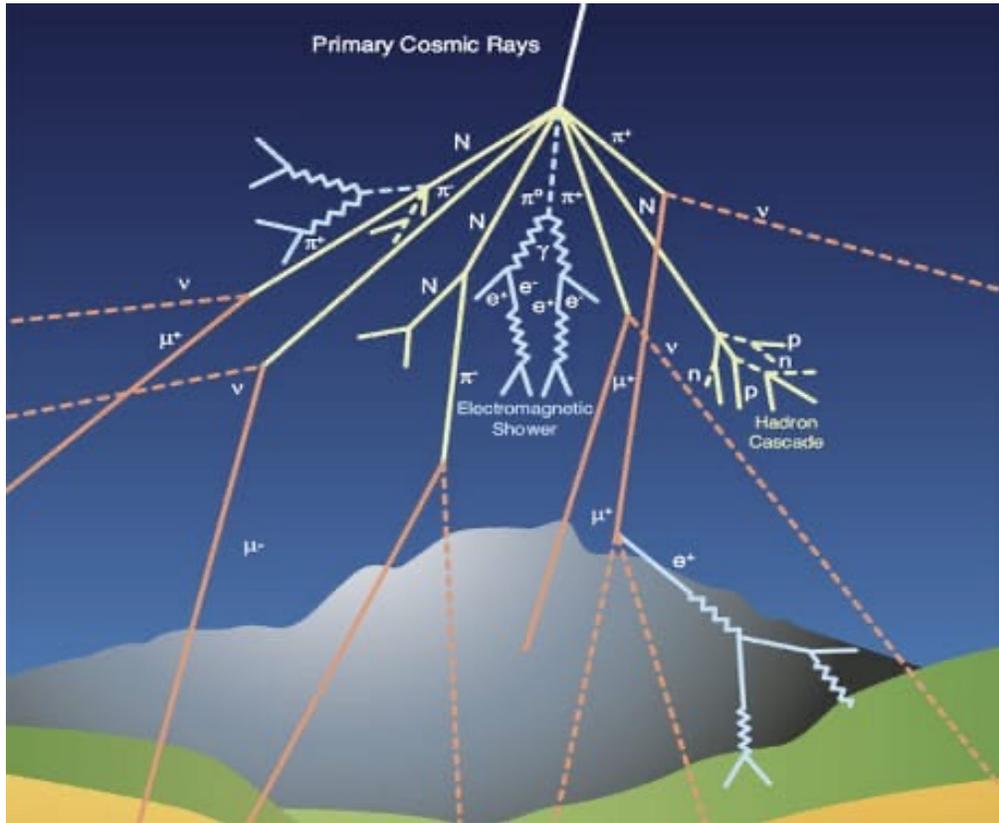
# PRODUZIONE DI ISOTOPI RADIOATTIVI



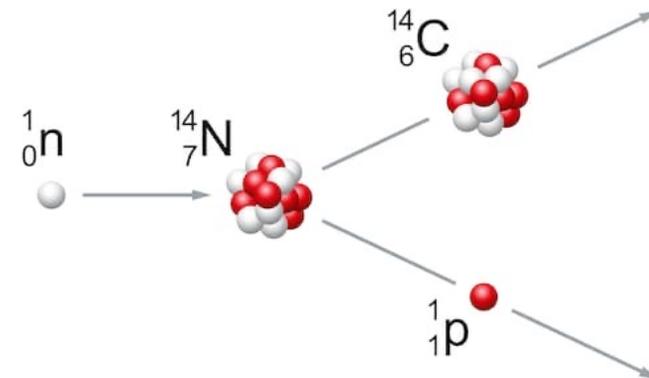
# PRODUZIONE DI ISOTOPI RADIOATTIVI



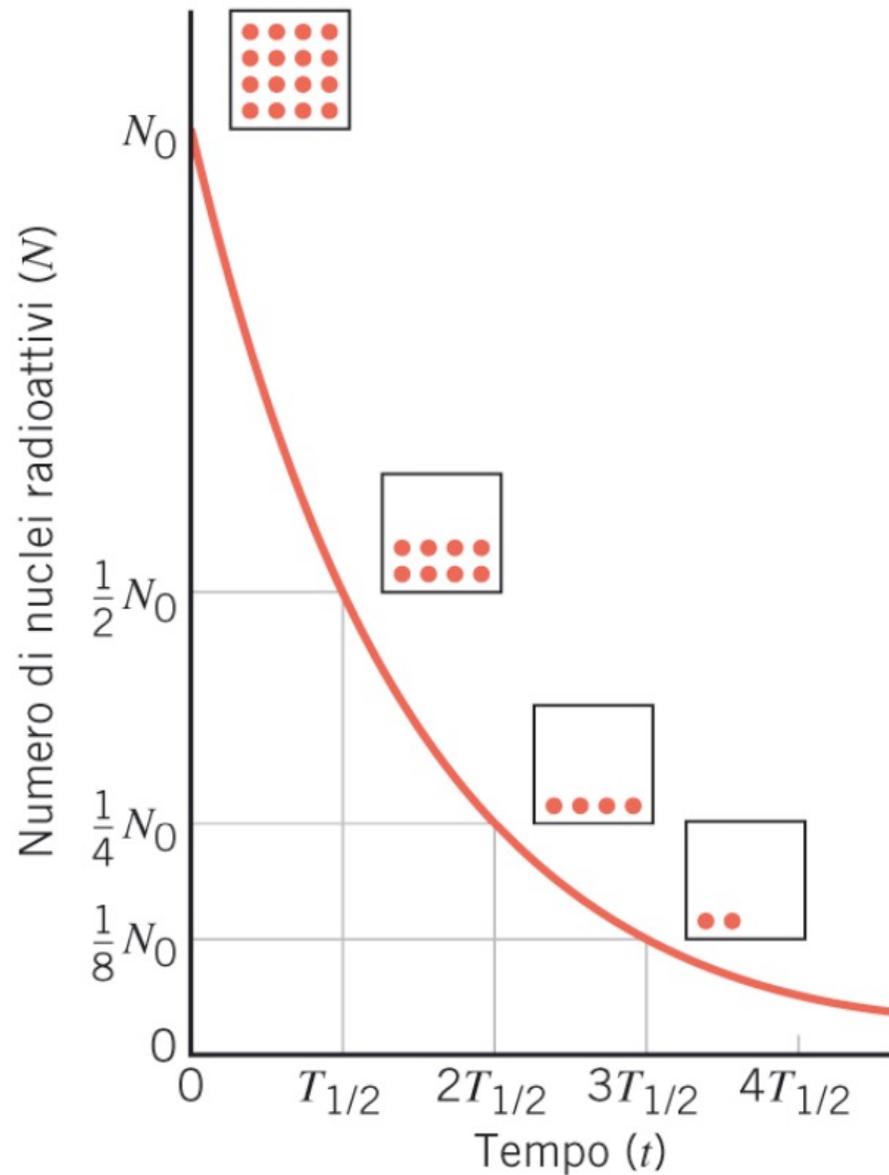
# PRODUZIONE DI ISOTOPI RADIOATTIVI



## C-14 RADIOCARBON DATING



# LEGGE DI DECADIMENTO RADIOATTIVO

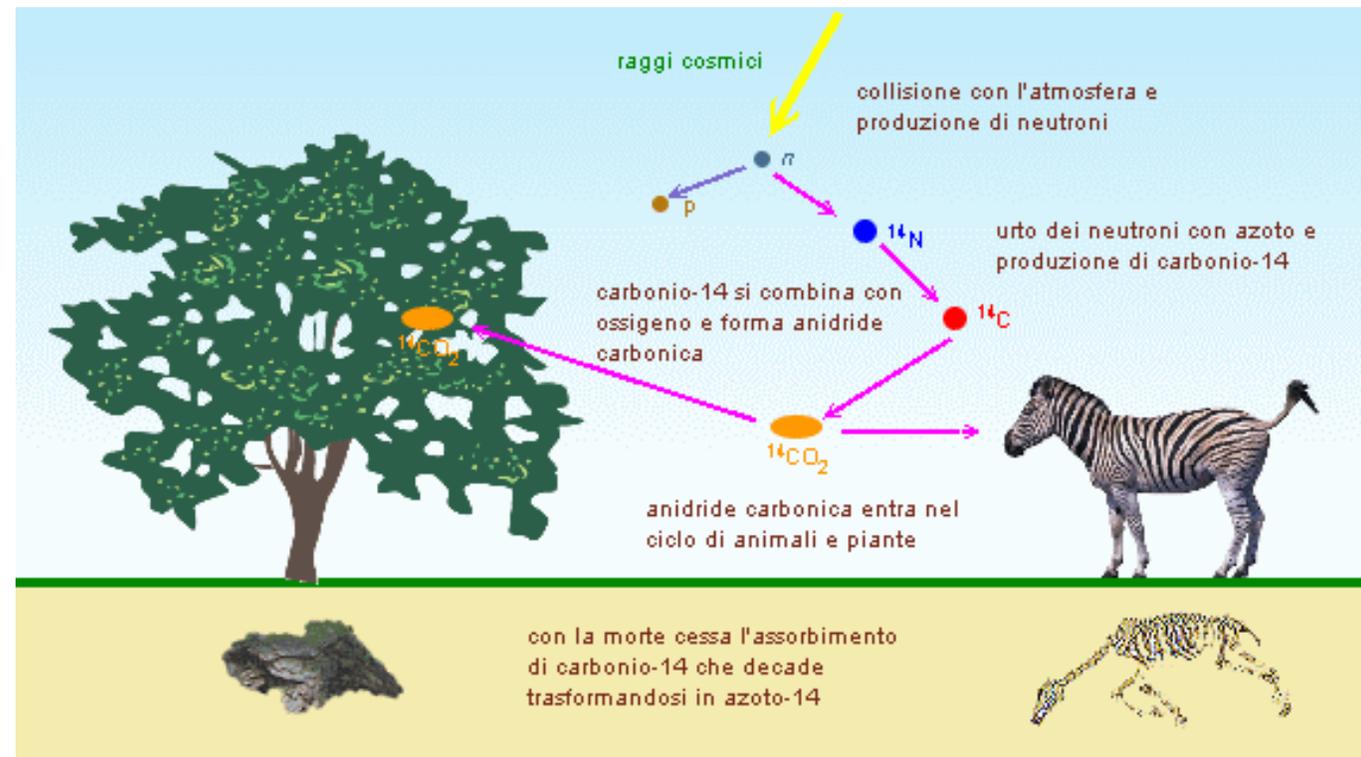


$$N(t) = N_0 \cdot e^{-t/\tau}$$

con  $\tau =$  vita media

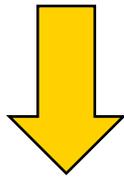
# DATAZIONE: CARBONIO-14

ORGANISMI VIVENTI SCAMBIANO CARBONIO  
CON L'ATMOSFERA: RESPIRAZIONE CELLULARE,  
FOTOSINTESI

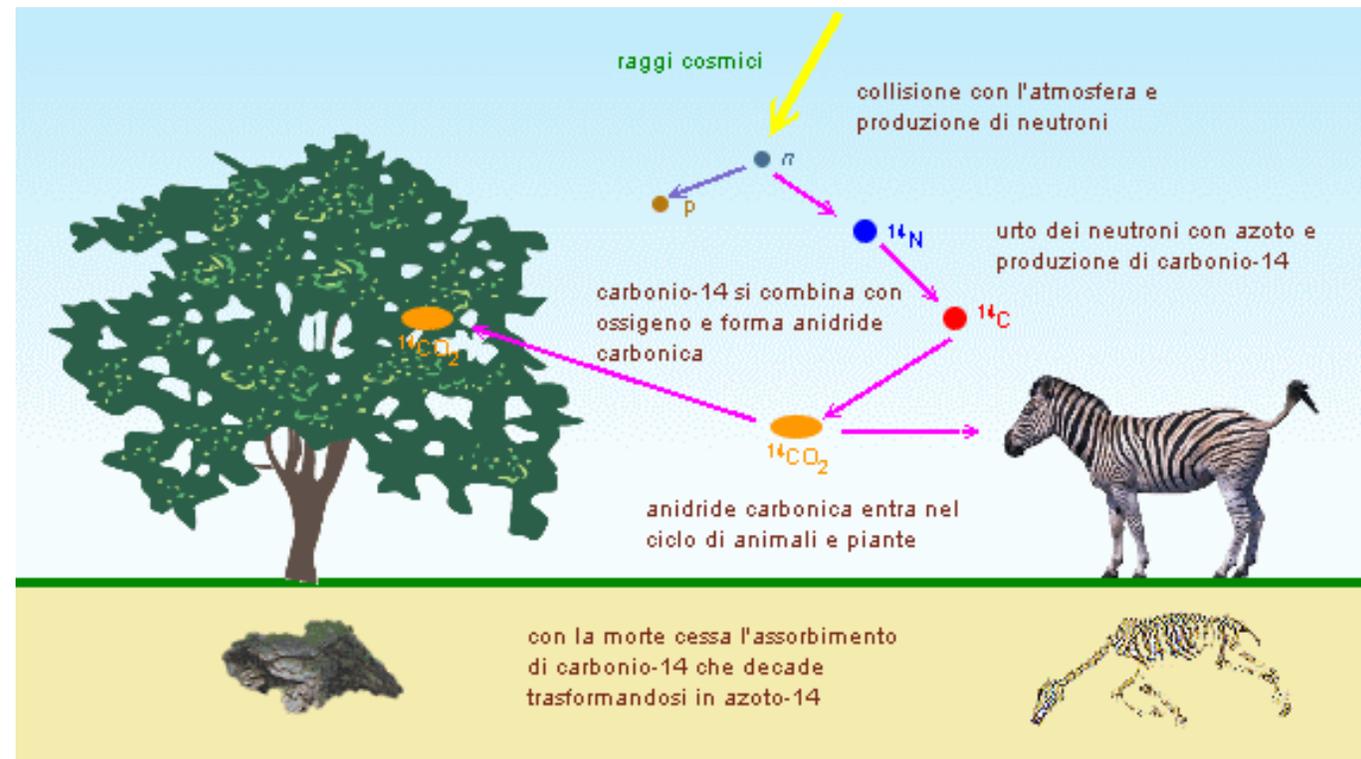


# DATAZIONE: CARBONIO-14

ORGANISMI VIVENTI SCAMBIANO CARBONIO  
CON L'ATMOSFERA: RESPIRAZIONE CELLULARE,  
FOTOSINTESI

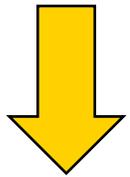


QUANDO L'ORGANISMO MUORE, SMETTE DI  
SCAMBIARE CARBONIO, E QUINDI IL PROCESSO  
DOMINANTE DIVENTA IL DECADIMENTO

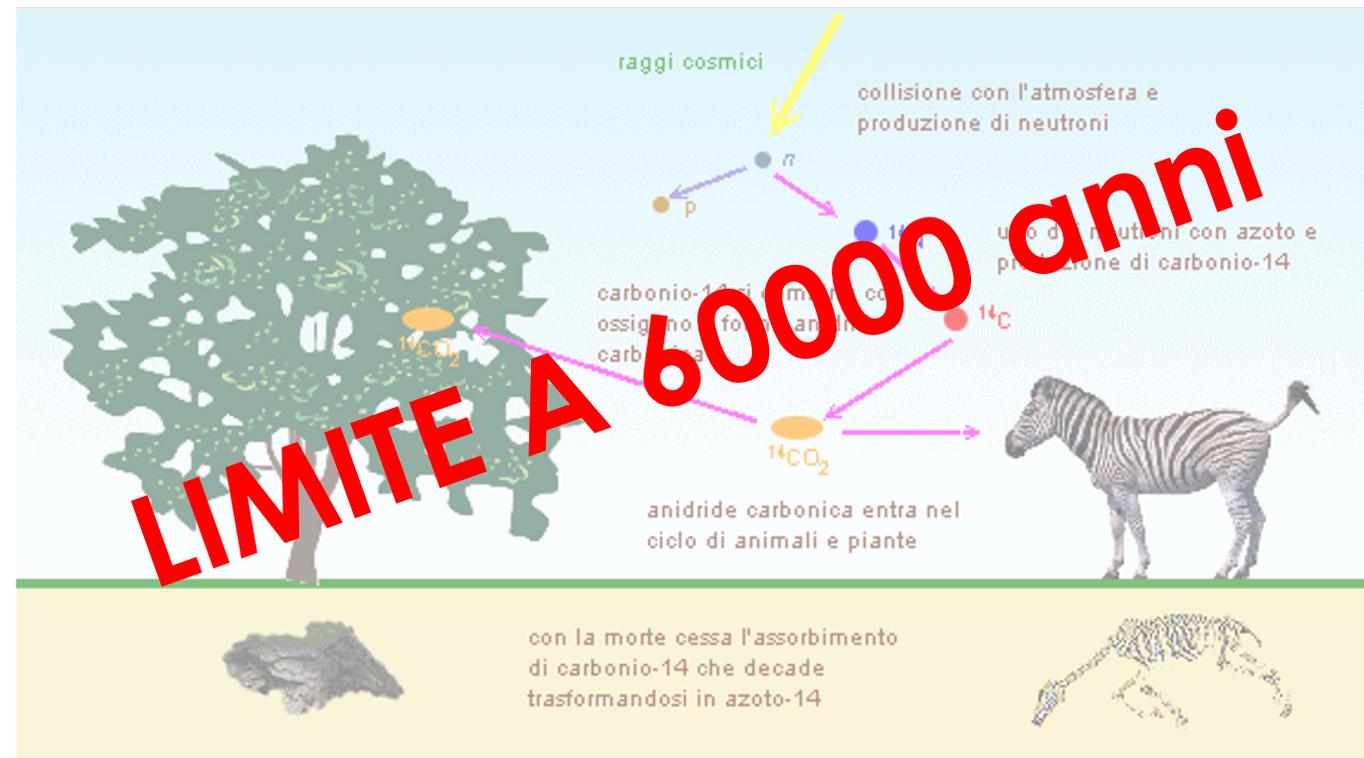


# DATAZIONE: CARBONIO-14

ORGANISMI VIVENTI SCAMBIANO CARBONIO  
CON L'ATMOSFERA: RESPIRAZIONE CELLULARE,  
FOTOSINTESI

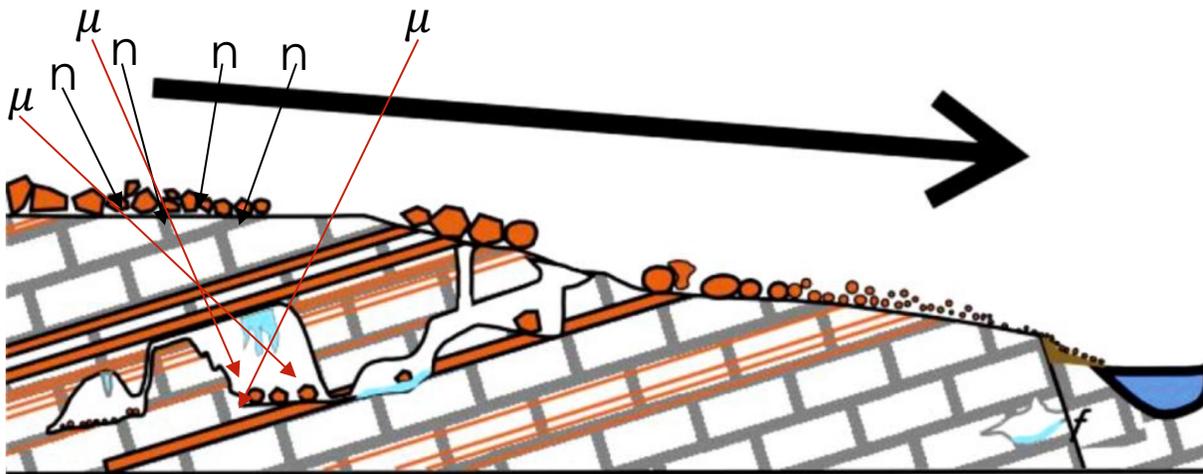


QUANDO L'ORGANISMO MUORE, SMETTE DI  
SCAMBIARE CARBONIO, E QUINDI IL PROCESSO  
DOMINANTE DIVENTA IL DECADIMENTO



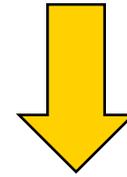
# DATAZIONE: $^{26}\text{Al}$ e $^{10}\text{Be}$

LE ROCCE IN SUPERFICIE VENGONO COLPITE  
DAI RAGGI COSMICI E SI PRODUCONO  $^{26}\text{Al}$  e  
 $^{10}\text{Be}$

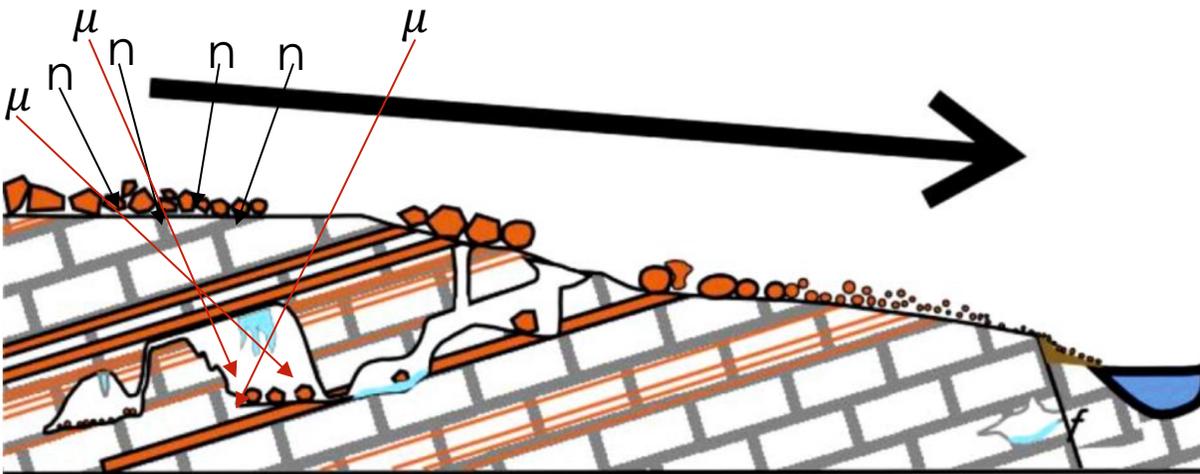


# DATAZIONE: $^{26}\text{Al}$ e $^{10}\text{Be}$

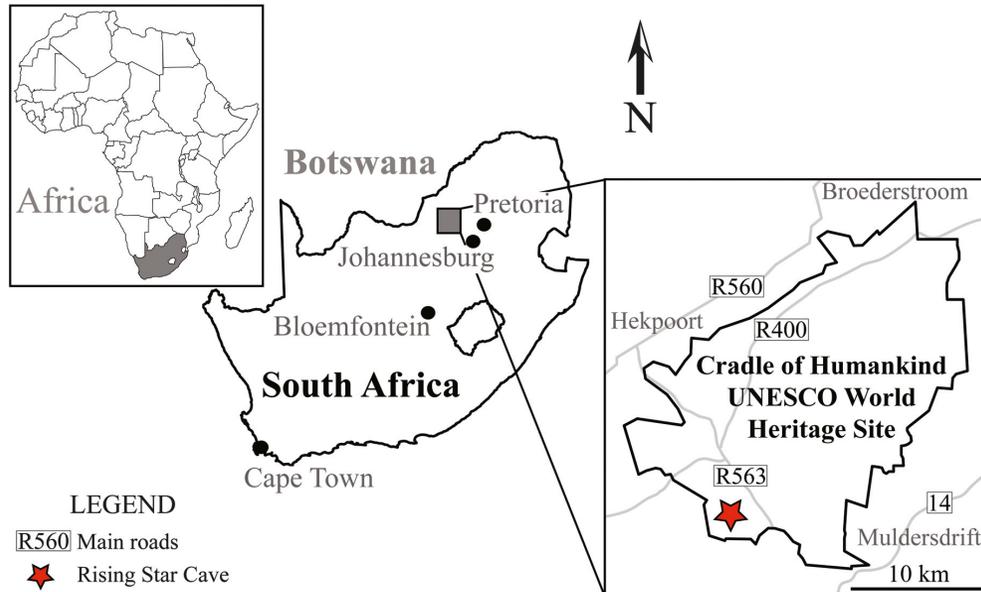
LE ROCCE IN SUPERFICIE VENGONO COLPITE  
DAI RAGGI COSMICI E SI PRODUCONO  $^{26}\text{Al}$  e  
 $^{10}\text{Be}$



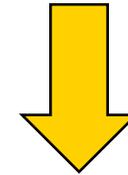
A UN CERTO PUNTO LE ROCCE VENGONO  
SEPOLTE A CAUSA DI QUALCHE FENOMENO  
NATURALE E NON. SOTTOTERRA SI INTERROMPE  
LA PRODUZIONE DEGLI ISOTOPI E QUINDI IL  
PROCESSO DOMINANTE DIVENTA IL  
DECADIMENTO



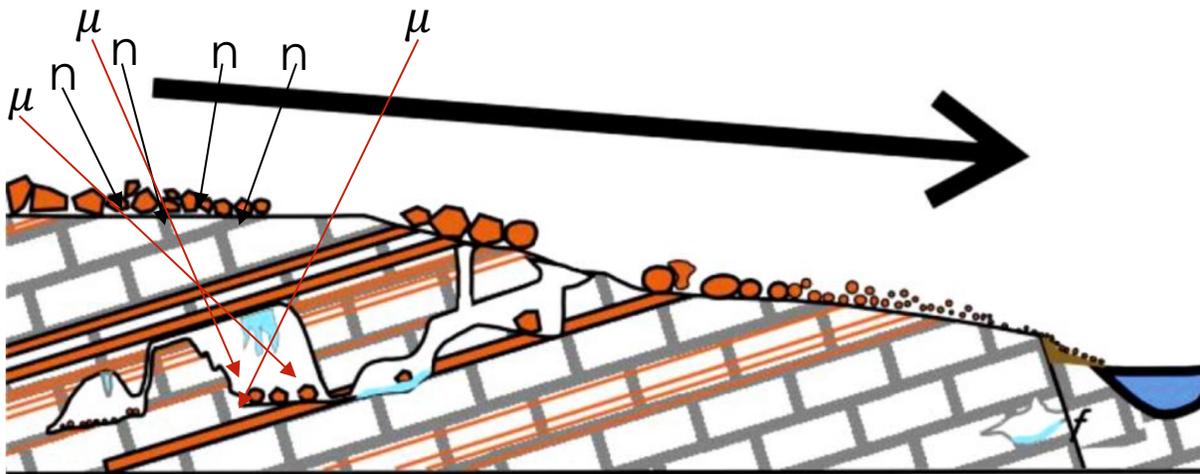
# DATAZIONE: $^{26}\text{Al}$ e $^{10}\text{Be}$



LE ROCCE IN SUPERFICIE VENGONO COLPITE  
DAI RAGGI COSMICI E SI PRODUCONO  $^{26}\text{Al}$  e  
 $^{10}\text{Be}$



A UN CERTO PUNTO LE ROCCE VENGONO  
SEPOLTE A CAUSA DI QUALCHE FENOMENO  
NATURALE E NON. SOTTOTERRA SI INTERROMPE  
LA PRODUZIONE DEGLI ISOTOPI E QUINDI IL  
PROCESSO DOMINANTE DIVENTA IL  
DECADIMENTO





...E LA FISICA NUCLEARE?

# ...E LA FISICA NUCLEARE?

PARAMETRI DI INTERESSE:

- RAPPORTO CONCENTRAZIONE Al e Be
- RATE DI PRODUZIONE DEI DUE ISOTOPI

# ...E LA FISICA NUCLEARE?

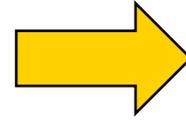
PARAMETRI DI INTERESSE:

- RAPPORTO CONCENTRAZIONE Al e Be
- RATE DI PRODUZIONE DEI DUE ISOTOPI

# ...E LA FISICA NUCLEARE?

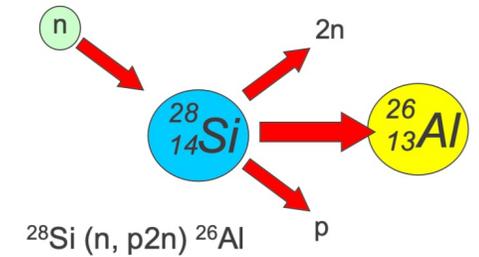
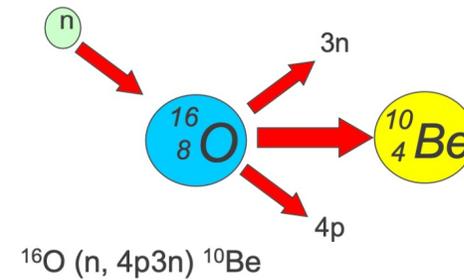
PARAMETRI DI INTERESSE:

- RAPPORTO CONCENTRAZIONE Al e Be
- RATE DI PRODUZIONE DEI DUE ISOTOPI



STUDIO DELLE REAZIONI CHE PRODUCONO

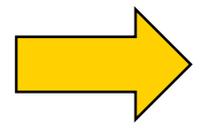
$^{26}\text{Al}$  e  $^{10}\text{Be}$ : SEZIONI D'URTO



# ...E LA FISICA NUCLEARE?

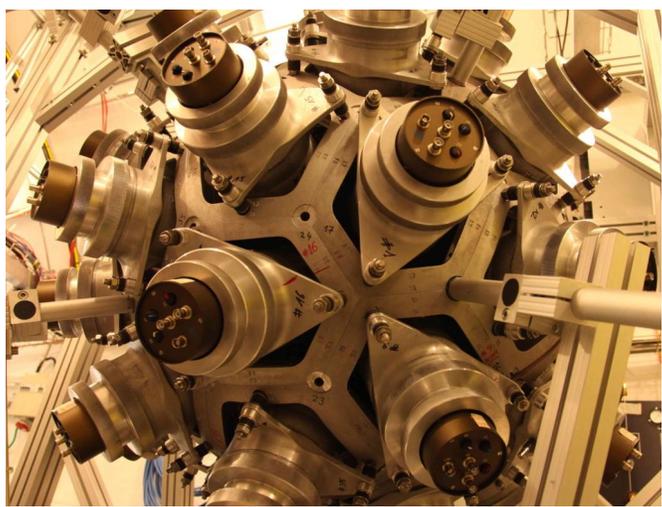
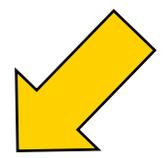
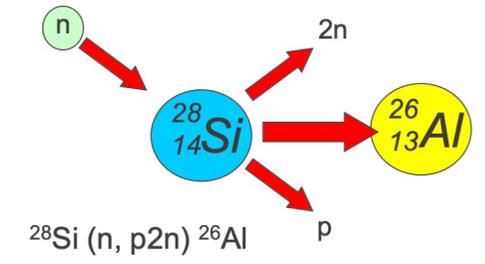
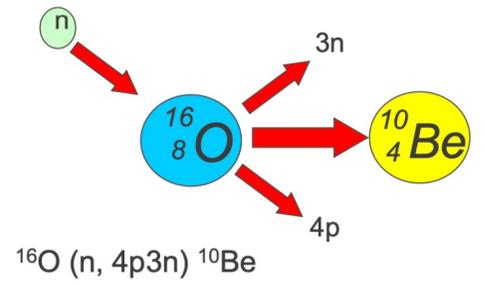
PARAMETRI DI INTERESSE:

- RAPPORTO CONCENTRAZIONE Al e Be
- RATE DI PRODUZIONE DEI DUE ISOTOPI

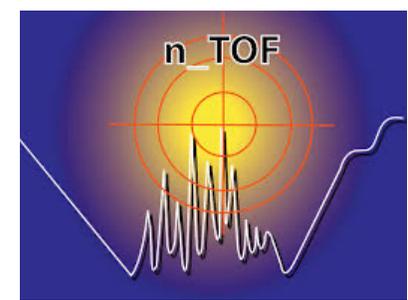


STUDIO DELLE REAZIONI CHE PRODUCONO

$^{26}\text{Al}$  e  $^{10}\text{Be}$ : SEZIONI D'URTO



RIPRODUCO LA REALTÀ TRAMITE ESPERIMENTI DI FISICA NUCLEARE PER MISURARE I PARAMETRI CHE MI INTERESSANO



# È ORA DEI RISULTATI!



# È ORA DEI RISULTATI!

COSA ABBIAMO CONCLUSO  
DA QUESTO  
ESPERIMENTO?





CONCLUSIONE

FISICA NUCLEARE

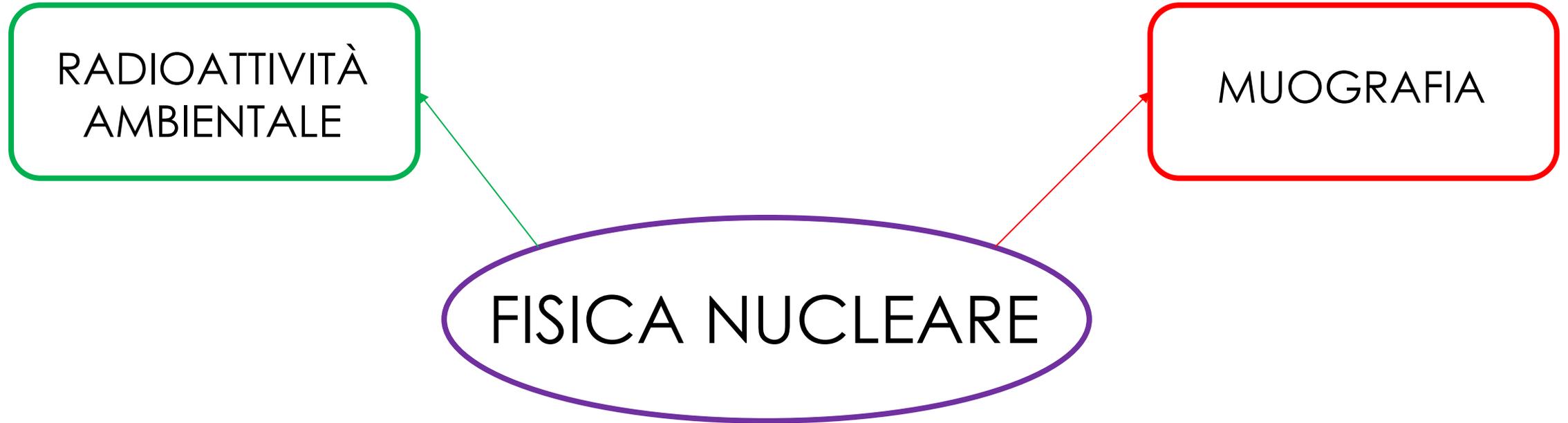
# CONCLUSIONE

RADIOATTIVITÀ  
AMBIENTALE

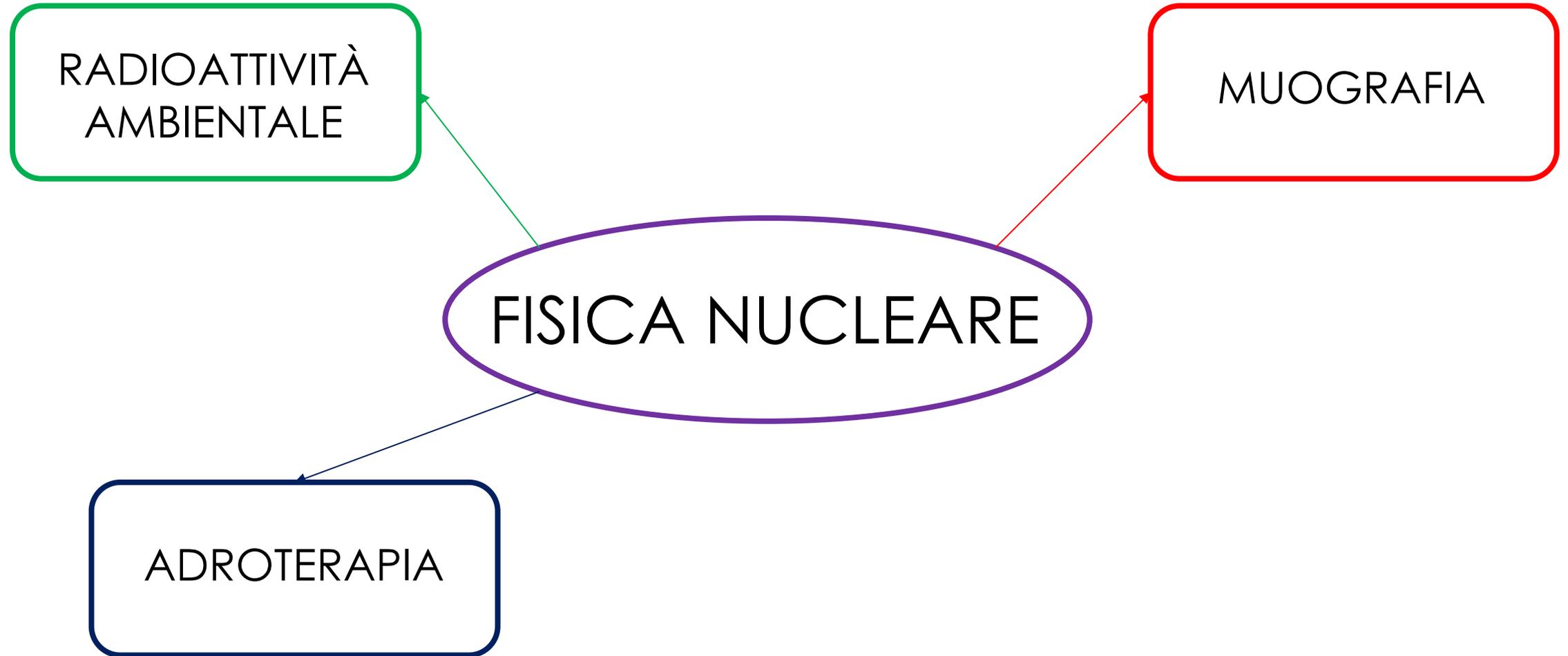
FISICA NUCLEARE

```
graph TD; A([FISICA NUCLEARE]) --- B[RADIOATTIVITÀ AMBIENTALE];
```

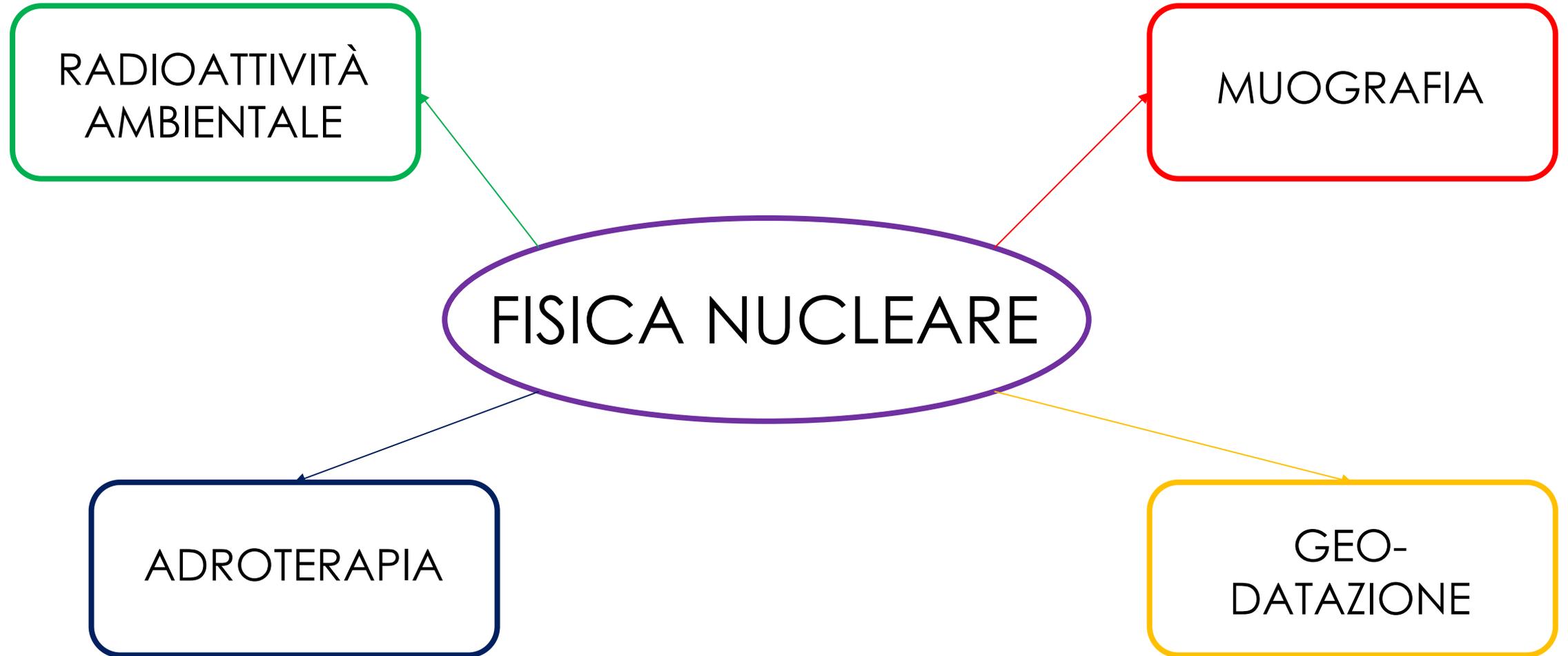
# CONCLUSIONE



# CONCLUSIONE



# CONCLUSIONE





**GRAZIE PER L'ATTENZIONE**