

# SIAMO TUTTI RADIOATTIVI

IRRAGGIAMENTI QUOTIDIANI

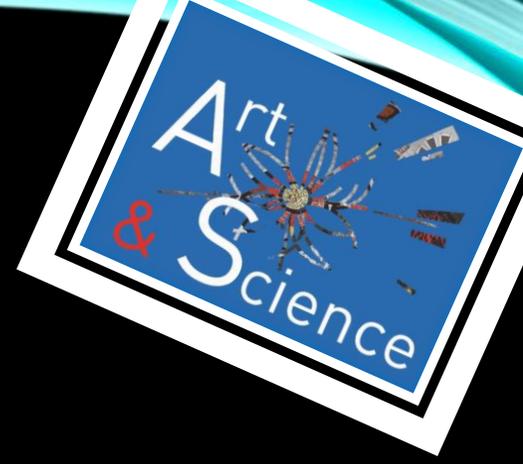


Istituto Nazionale di Fisica Nucleare  
SEZIONE DI TORINO

*Simona Giordanengo – INFN Torino*



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI TORINO



# FASCINO e PAURA delle RADIAZIONI



**NON LE VEDIAMO MA CI SONO SEMPRE**

- **Le misuriamo, le creiamo e le usiamo**



**QUALI?**

**COSA?**

**QUANTO?**

**PERCHE?**

**COME?**

**DOVE?**

**CHI?**

**QUANDO?**

**COSA?**

ESSERE RADIOATTIVO

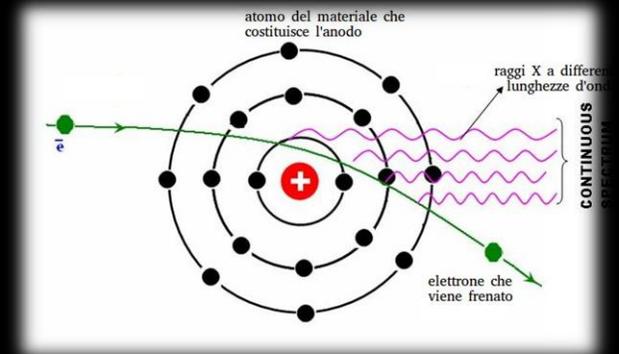
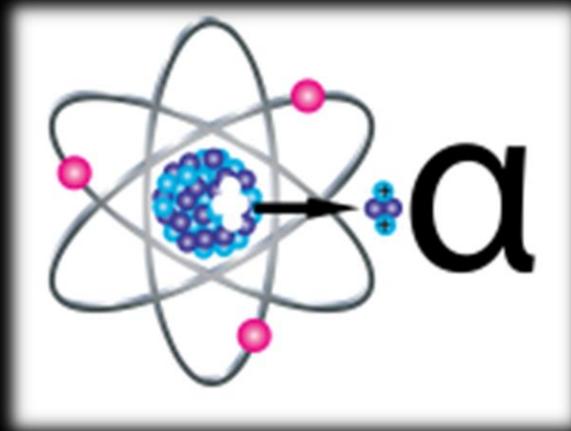


SIGNIFICA **EMETTERE RADIAZIONI**



che trasportano **ENERGIA** da un punto ad un altro  
...da un oggetto a un altro e lungo il percorso  
modificano lo stato dei materiali attraversati

**QUALI?**



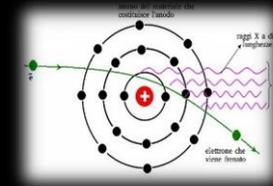
**Raggi X**

**QUALI?**



LE RADIAZIONI DETTE **IONIZZANTI** POSSONO ESSERE

**ELETTROMAGNETICHE**  
(di origine nucleare o atomica)



**Raggi  $\gamma$  Raggi X**

**CORPUSCOLARI**



Atomo di Helio (2p e 2n)



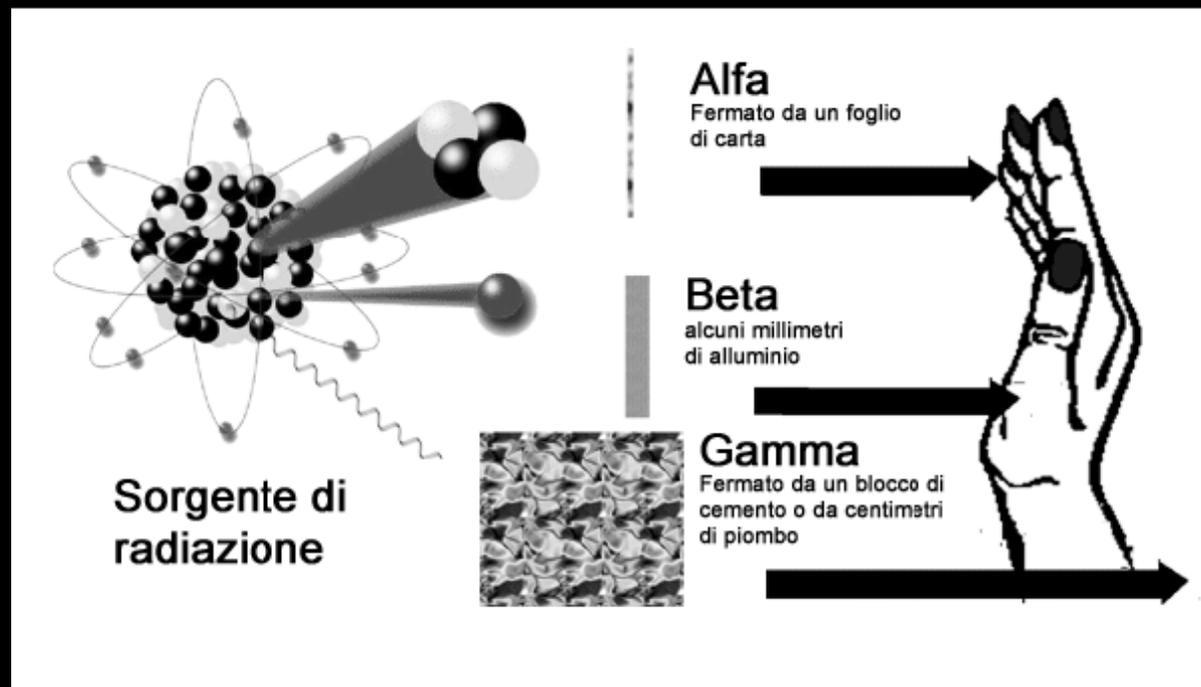
Elettroni o positroni

Protoni (p)  
Neutroni (n)  
Ioni pesanti  
Frammenti nucleari

**DOVE?**

- I raggi ALFA attraversano soltanto un foglio di carta
- I raggi  $\beta$  riescono ad attraversare qualche mm di alluminio
- I raggi  $\gamma$  attraversano vari cm di piombo

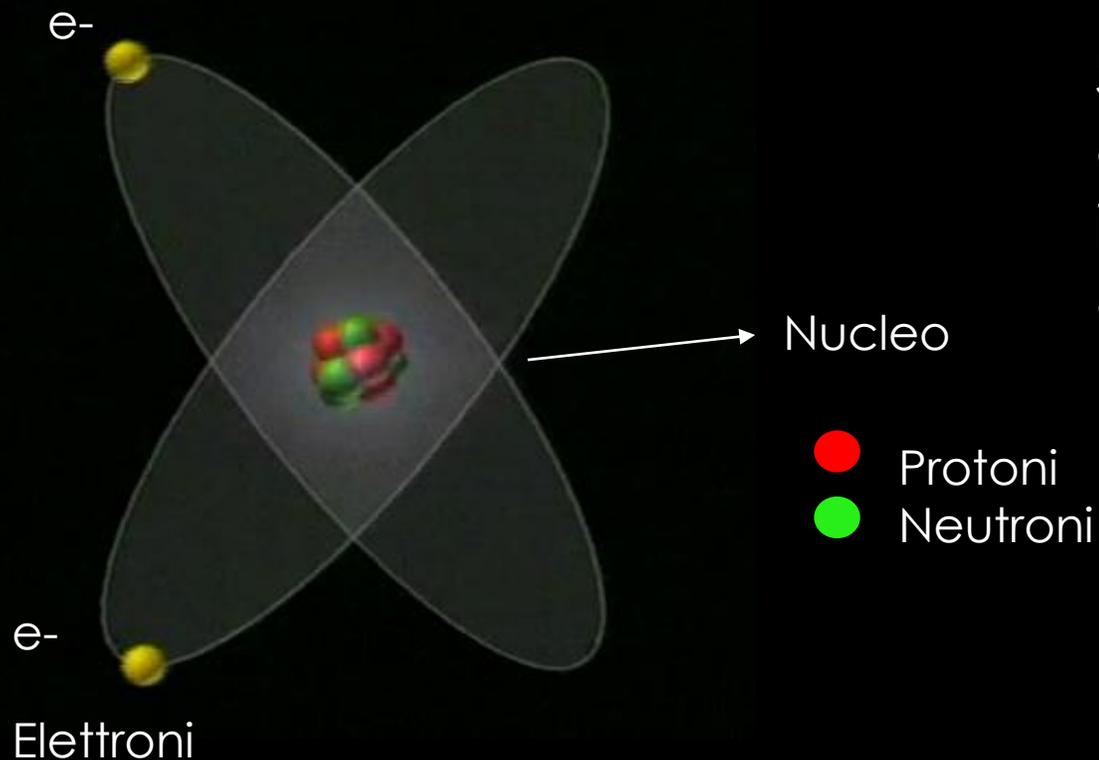
## PERCORSO MASSIMO DELLE RADIAZIONI



# GLI ATOMI EMETTONO RADIAZIONI QUANDO:

1) SONO INSTABILI (RADIOISOTOPI) E  
DECADONO LIBERANDO ENERGIA

SI TRASFORMANO in un altro  
elemento chimico (o in un altro  
isotopo con uguale  $Z$  e  
diverso numero di massa)



## Radioisotopi

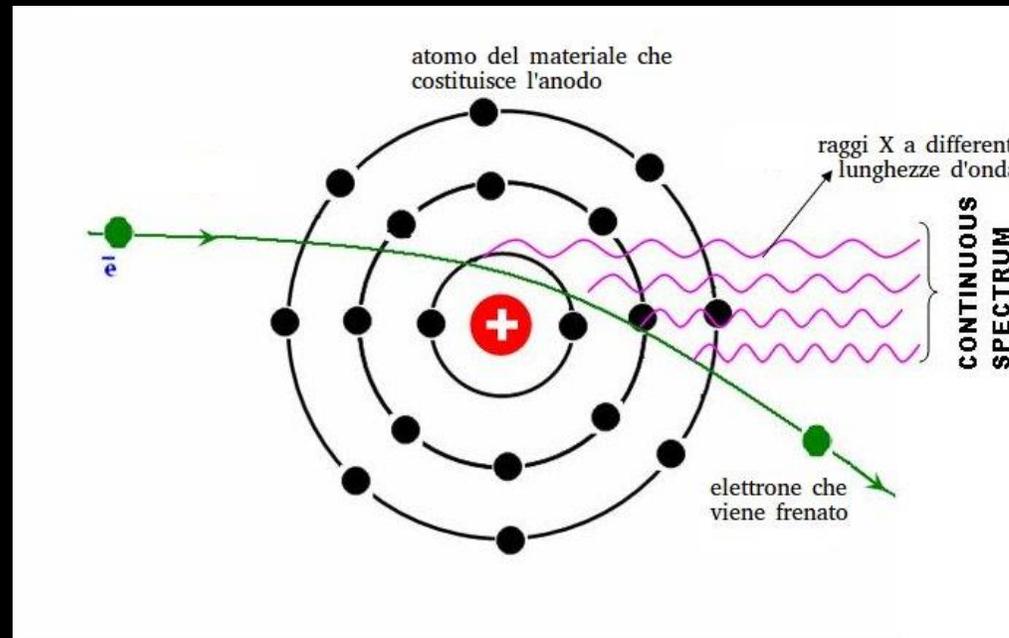
naturali ( $^{40}\text{K}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{238}\text{U}$ )

artificiali ( $^{60}\text{Co}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ )

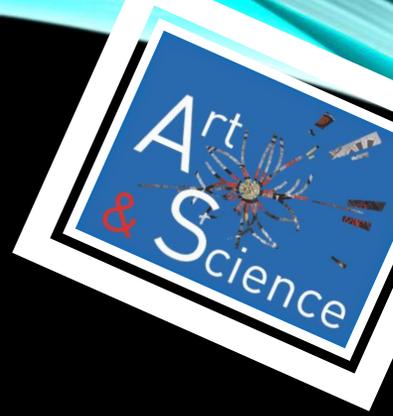
COME?

GLI ATOMI EMETTONO RADIAZIONI QUANDO:

SONO ATTRAVERSATI DA **ELETTRONI che rallentano** ED EMETTONO UNO SPETTRO CONTINUO DI **RAGGI X**

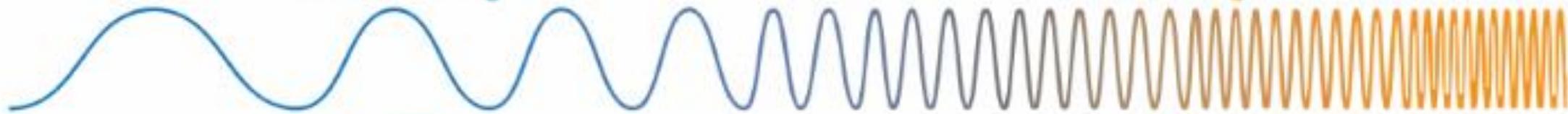


# LO SPETTRO ELETTROMAGNETICO



**BASSA FREQUENZA → POCA ENERGIA**

**ALTA FREQUENZA → ALTA ENERGIA**



**NON IONIZZANTI**

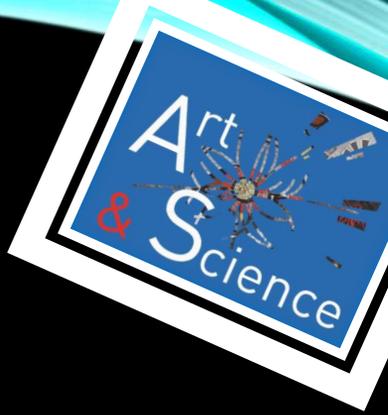
**IONIZZANTI**



**NESSUN DANNO CELLULARE**



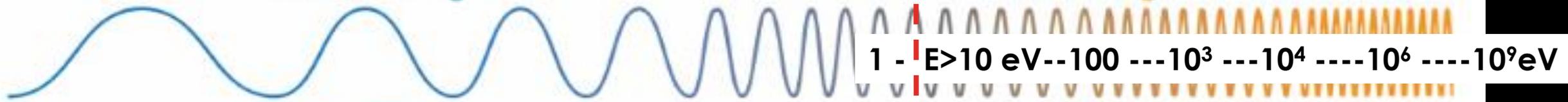
**DANNO CELLULARE**



# LO SPETTRO ELETTROMAGNETICO

BASSA FREQUENZA → POCA ENERGIA

ALTA FREQUENZA → ALTA ENERGIA



**NON IONIZZANTI**

**IONIZZANTI**

Power Lines

Radio & TV Waves

Cell Phones

Microwaves

Infrared Devices

Visible Light

Ultraviolet Radiation

Raggi X

Raggi Gamma



**NESSUN DANNO CELLULARE**

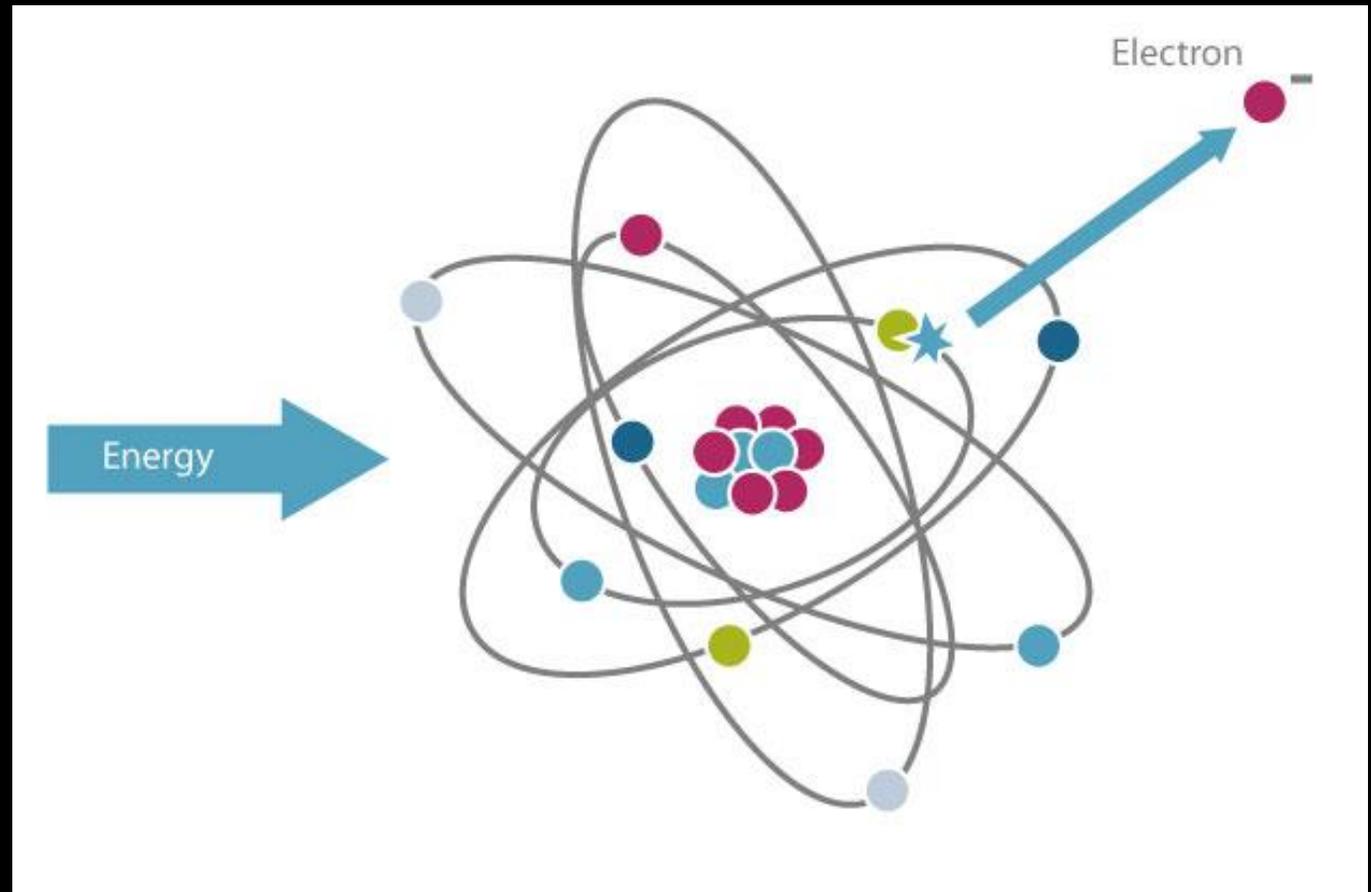


**DANNO CELLULARE**

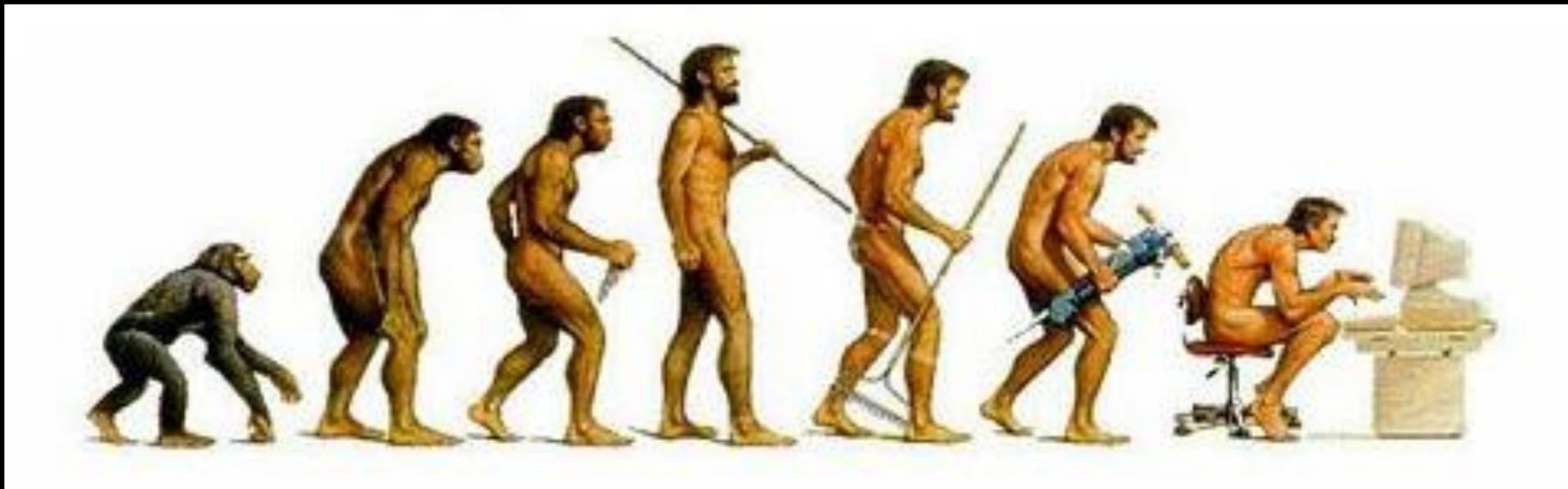
# COSA SIGNIFICA IONIZZARE UN ATOMO?

SPEZZARE IL LEGAME tra un elettrone e il nucleo dell'atomo

CREANDO un elettrone libero, e uno ione positivo (l'atomo privo di elettrone).



# UN PO' di STORIA



# SCOPERTA DEI RAGGI X



Anna Bertha Roentgen



Wilhelm Conrad Röntgen

**1895**

Scopre i raggi X

**1901**

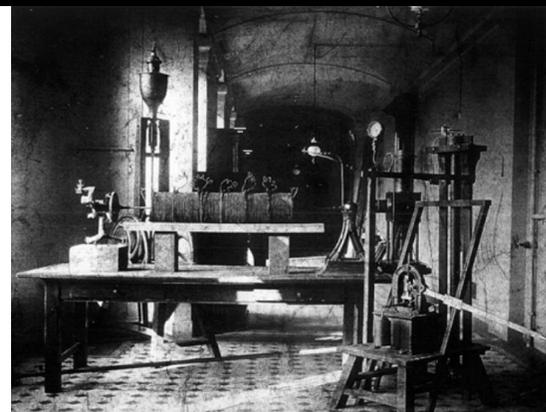
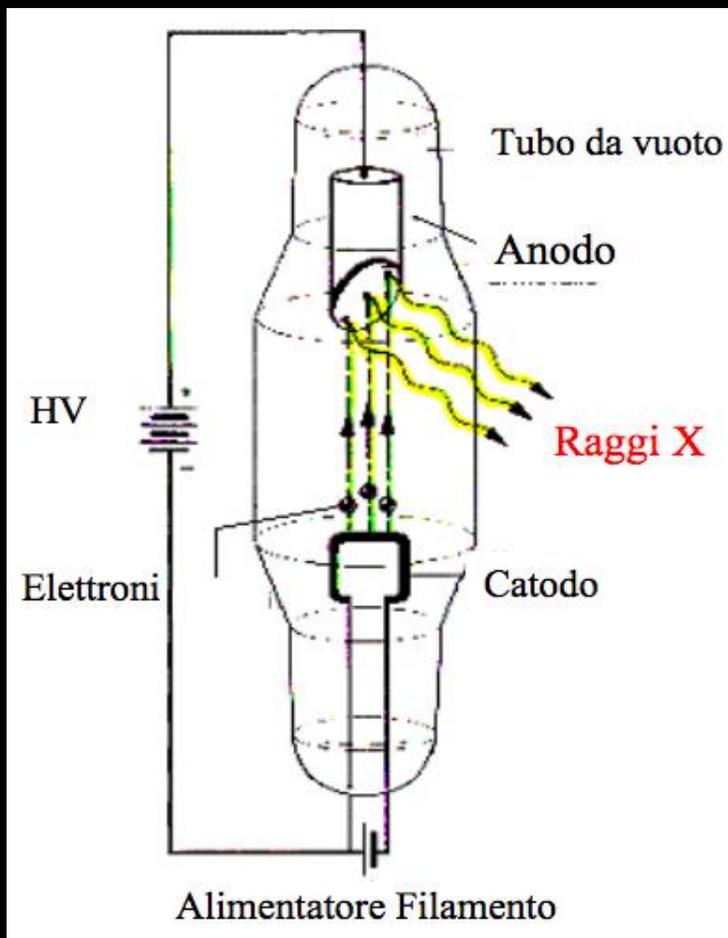
Premio Nobel per  
la fisica

# COME SI PRODUCONO I RAGGI X



Variando HV si regola l'energia dei raggi X

HV = 20 - 150 kV





1895



2017

L'ASSORBIMENTO DEI RAGGI X  
DIPENDE DALLA DENSITA'  
dei MATERIALI ATTRAVERSATI

LE OSSA ASSORBONO di più I RAGGI X  
(si attenuano maggiormente)

RISPETTO AI TESSUTI MOLLI

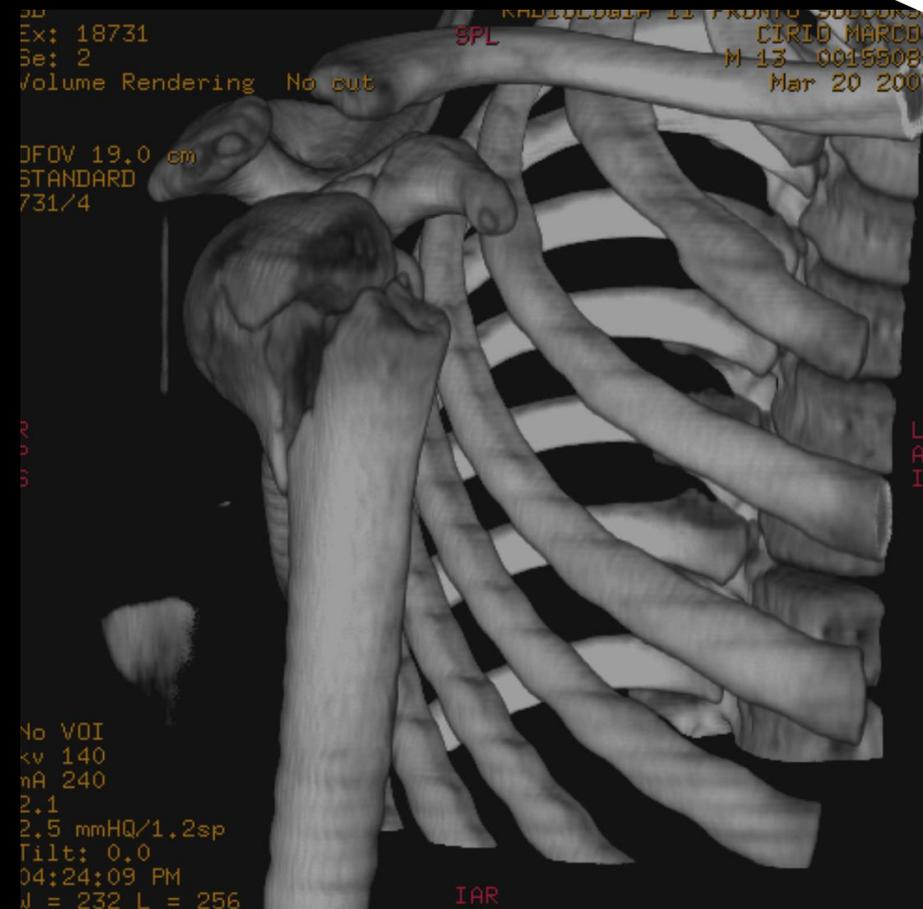
# DAL 2D al 3D



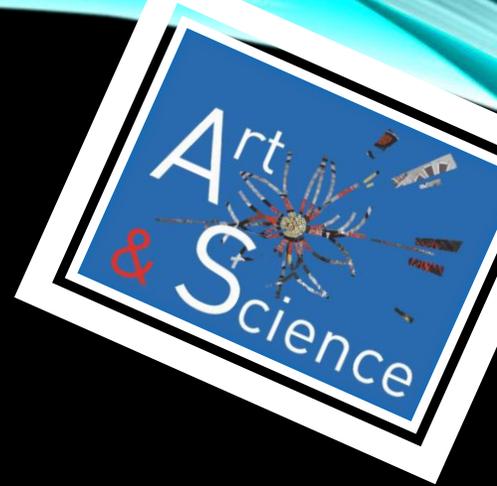
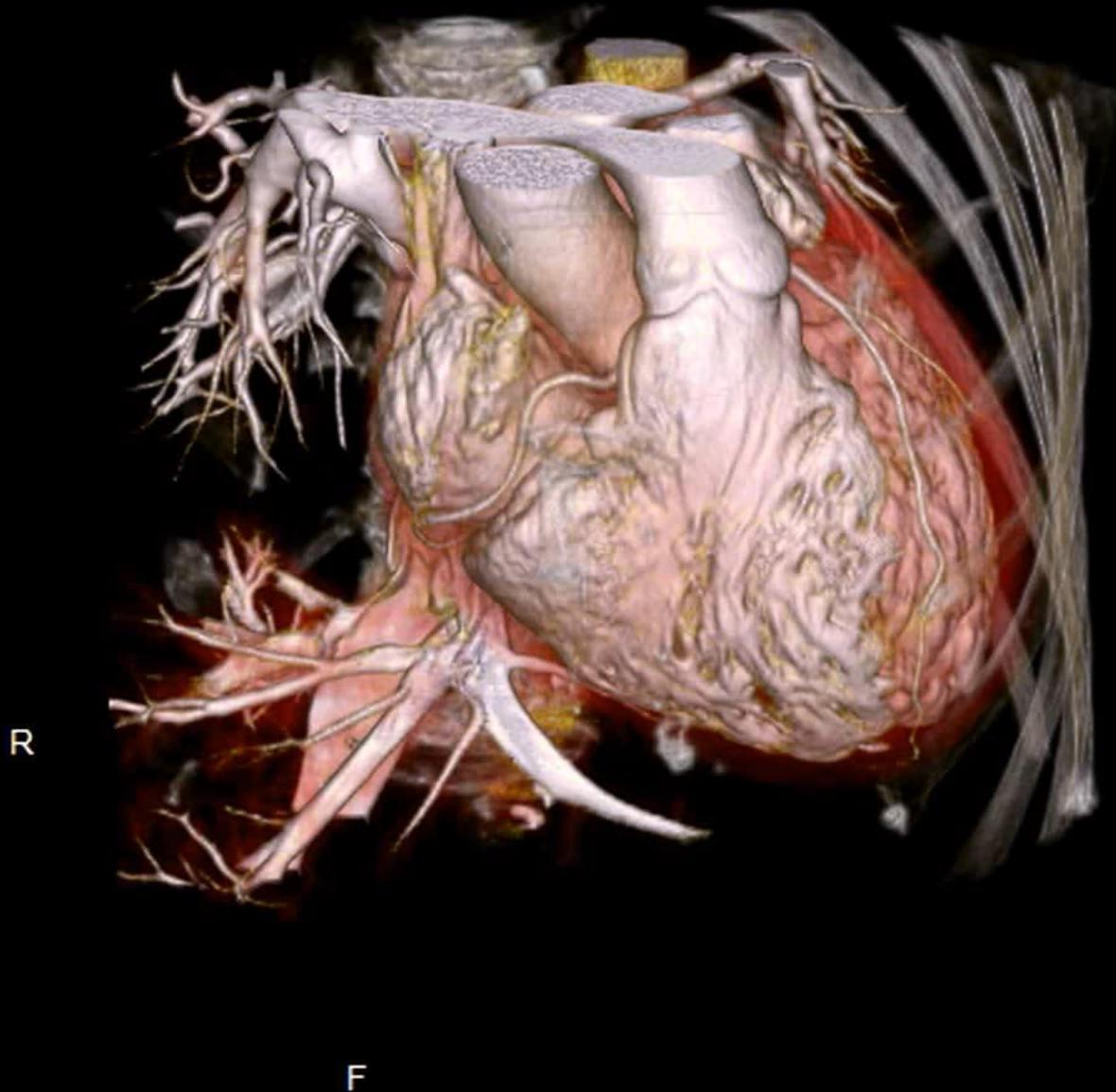
1895



2017



**AL 4D**

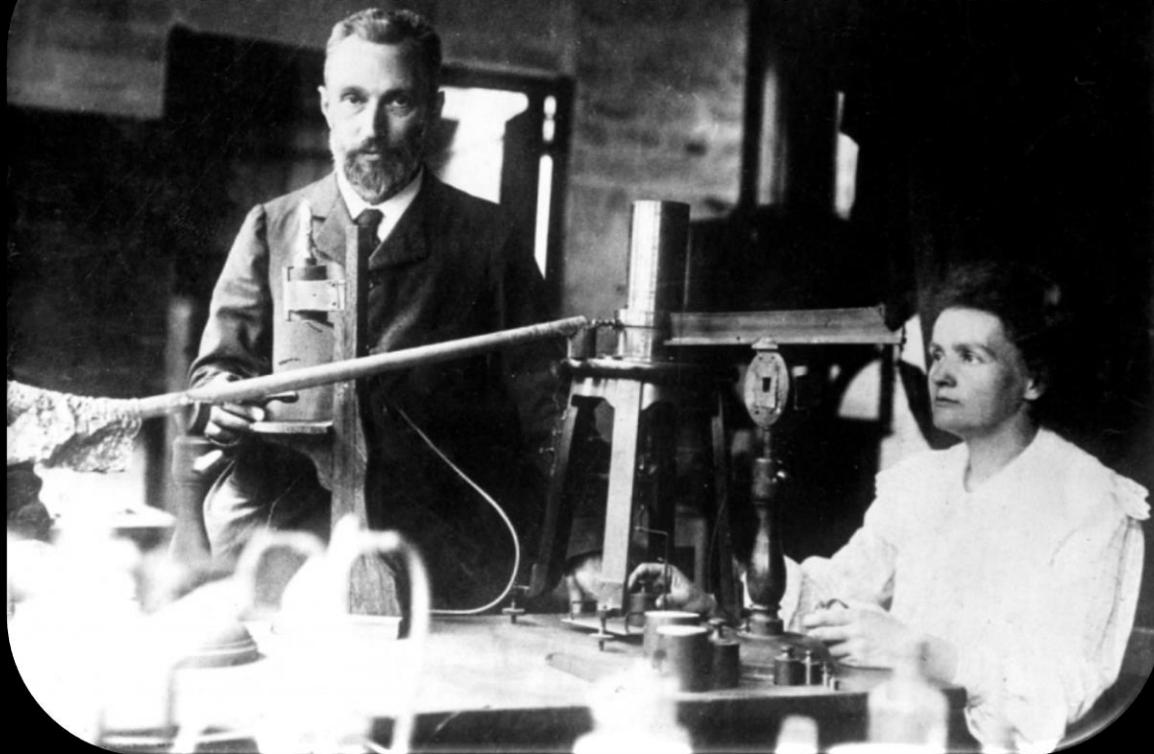




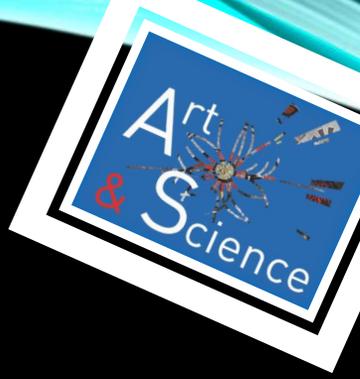
# Maria Sklodowska 1867–1934



## **Pierre and Marie Curie**



**1883 - Conclude la scuola secondaria un anno prima e riceve la sua prima medaglia per il rendimento**



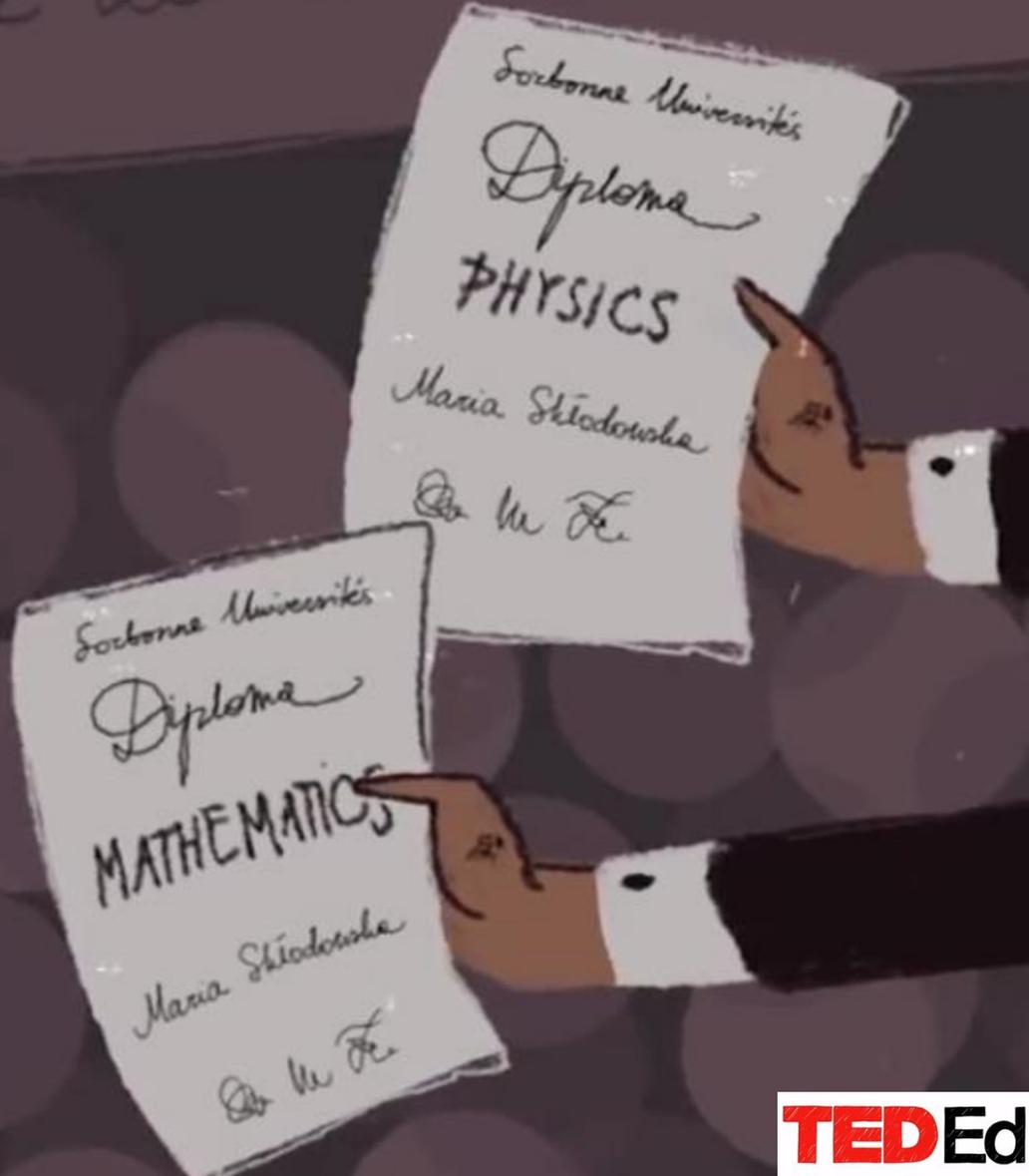
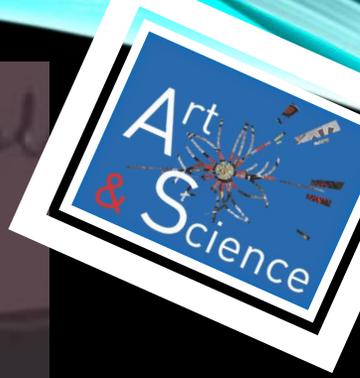
Maria Sklodowska



**TEDEd**

**In Polonia non puo' accedere all'Università**

# Si laurea in fisica e matematica a Parigi



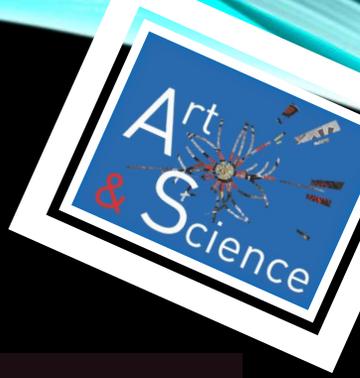
# A Parigi incontra Pierre Curie



**PIERRE CURIE**

# Henri Becquerel (1852-1908)

## L'URANIO RADIOATTIVO



potassium uranyl  
sulfate  
crystals

interaction

photogram  
plate

uranium  
salts

invisible  
radiation

$K_2UO_2(SO_4)$

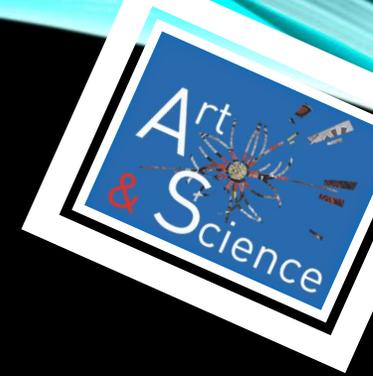
1896

aluminum

rel.

The illustration shows Henri Becquerel, a man with a white beard and a dark suit, pointing towards a chalkboard. The chalkboard contains handwritten text and diagrams. On the left, it says 'potassium uranyl sulfate crystals' and shows a drawing of a crystal with wavy lines representing radiation. Below this is the chemical formula  $K_2UO_2(SO_4)$  and the year '1896'. In the center, there is a diagram labeled 'interaction' showing a box with a circle inside, and an arrow pointing from the crystal to it. To the right of this diagram is the text 'photogram plate'. Further right, there is a box containing the letter 'U' labeled 'uranium salts', and below it, 'invisible radiation'. At the bottom right, there are two boxes, one labeled 'aluminum' and another labeled 'rel.' with a small diagram inside. The background of the chalkboard is dark, and the text is written in white chalk.

# SCOPERTA DELLA RADIOATTIVITA'



CRISTALLI DI UN MINERALE  
CONTENENTE POTASSIO E URANIO  
 $K_2UO_2(SO_4)_2$

LASTRA  
FOTOGRAFICA



RADIAZIONE

SVILUPPO

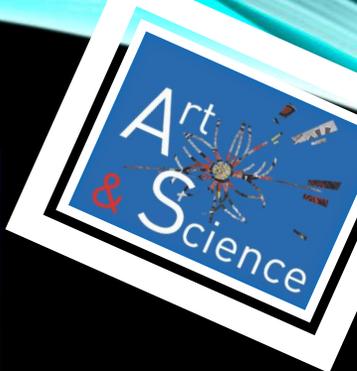


# 1903 Nobel Prize in Physics

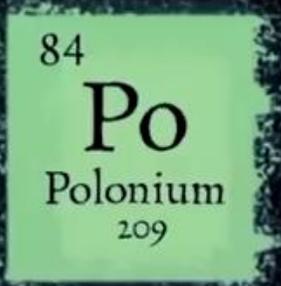


Marie Curie, prima donna a ricevere il premio Nobel

# 1911 – Premio Nobel per la Chimica



Nobel Prize  
Chemistry



Maria Skłodowska-Curie



per la scoperta di Radio e Polonio

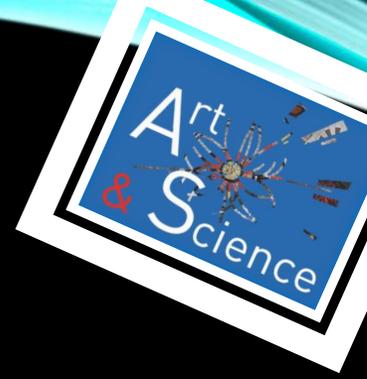
**Inizio' a studiare l'effetto delle radiazioni sui tumori e creo' la prima unita' radiologica MOBILE!!!!**



**TEDEd**

**QUANTO?**

## **DECADIMENTO RADIOATTIVO**



**ATTIVITA' (A) di una sorgente:** Numero di nuclei che decadono nell'unità di tempo si misura in bequerel (Bq) o curie (Ci)

**1 disintegrazione /secondo = 1 Bq**

**1 Ci =  $3.7 \cdot 10^{10}$  disintegrazioni /secondo**  
(è l'attività di 1g di  $^{226}\text{Ra}$ )

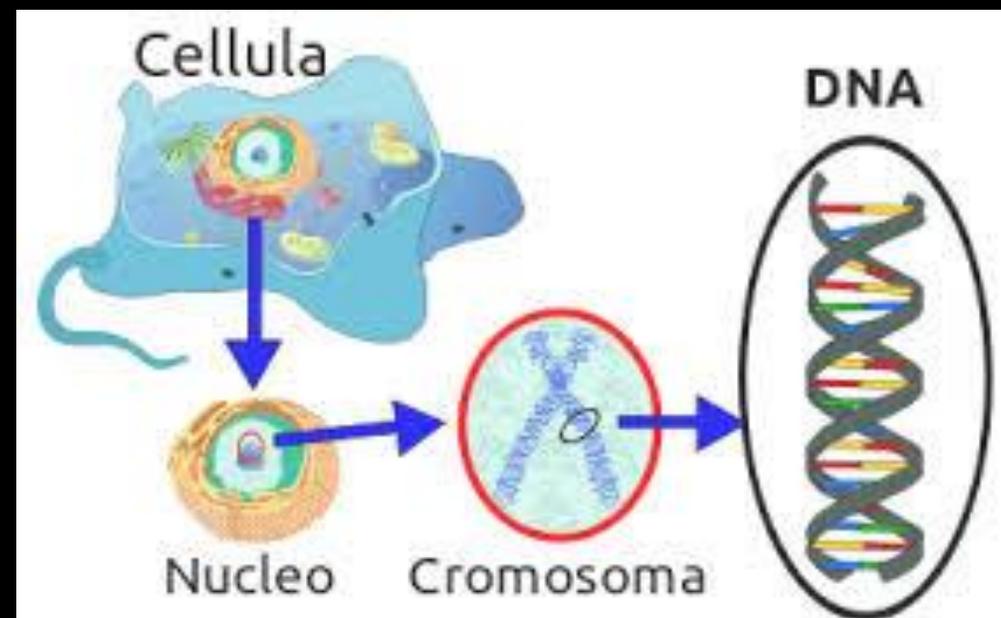
# PERCHE' ABBIAMO PAURA DELLA RADIOATTIVITA'?



# LE RADIAZIONI IONIZZANTI SONO PERICOLOSE PER LA SALUTE DELL'UOMO

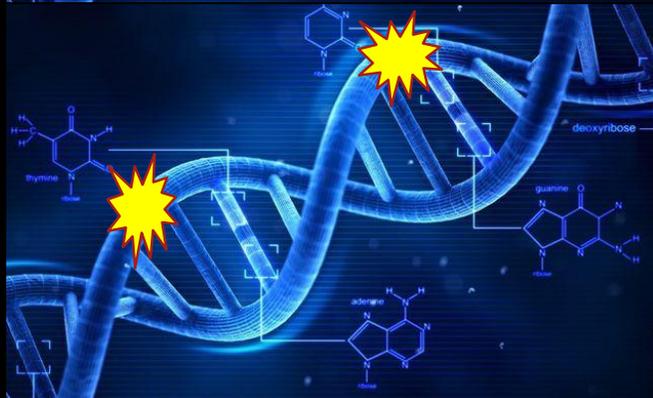


Provocano la morte o danni irreparabili alle cellule,  
Interagendo con il DNA





**Rottura di 1 filamento,  
facilmente RIPARABILE dalla  
cellula**



**Rottura di 2 filamenti  
in punti ben separati ancora  
RIPARABILE**



**→ Morte cellulare**



# IL DANNO ...DIPENDE DALLA DOSE



# COSA SI INTENDE PER DOSE DI RADIAZIONE?

$$Dose = \frac{\text{Quantità di Energia}}{\text{Quantità di materia}}$$



$$D = \frac{dE}{dm} = \frac{[\text{Joule}]}{[\text{kg}]} = \text{Gray} = \text{Gy}$$



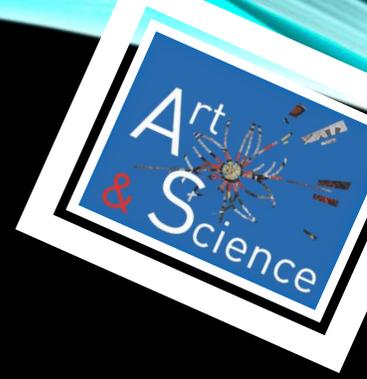
# RADIAZIONI DIVERSE



## EFFETTI DIVERSI A PARITA' DI DOSE

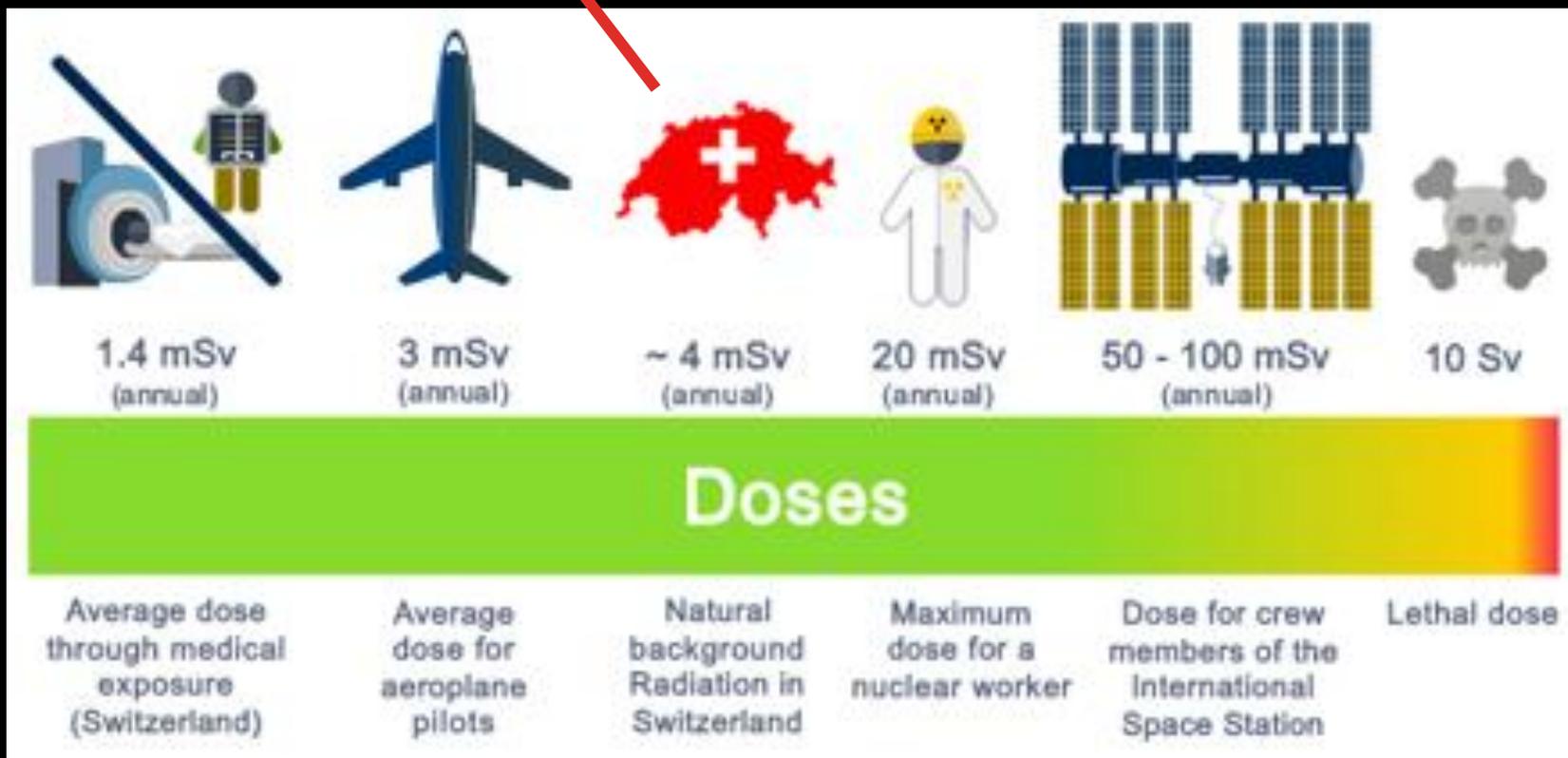
COME FACCIAMO A SAPERE QUANTA "DOSE" È PERICOLOSA?

SI DEFINISCE LA **DOSE BIOLOGICA EQUIVALENTE**  
che si misura in **milliSievert (mSv)**



# IL DANNO

## ...DIPENDE DALLA DOSE EQUIVALENTE ASSORBITA IN UN CERTO TEMPO



DOSE RATE  
 $\mu\text{Sv/h}$

1 mSv = 3 RADIOGRAFIE torace

Circa 0,1  $\mu\text{Sv}$  dose dovuta a una banana del peso di 150 g





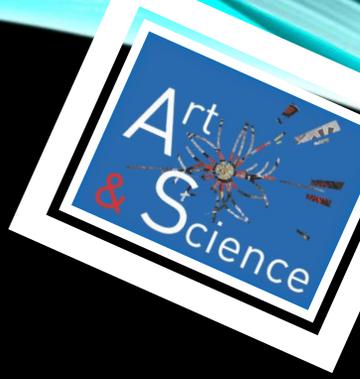
# FONDO NATURALE DI RADIAZIONE

- Una componente è di **origine terrestre** dovuta ai radionuclidi cosiddetti primordiali presenti in varie quantità nei materiali inorganici della crosta terrestre (rocce, minerali) fin dalla sua formazione
- Una componente di **origine extra-terrestre** è costituita da raggi cosmici.

# I RAGGI COSMICI



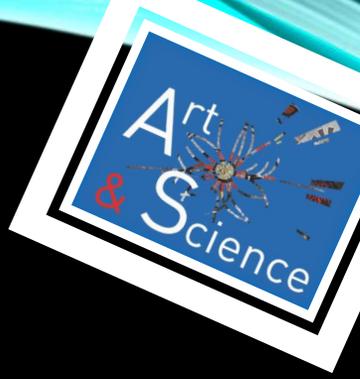
# RADIOATTIVITA' NATURALE



- TUTTI i materiali sono naturalmente **radioattivi**.
- Quindi, ovunque ci troviamo, esiste sempre un basso livello di radioattività, detta radiazione di fondo o naturale.
- Anche il cloruro di potassio (KCl), presente nel corpo umano, lo è in piccola percentuale.



# RADIOATTIVITA' NATURALE



- TUTTI i materiali sono naturalmente **radioattivi**.
- Quindi, ovunque ci troviamo, esiste sempre un basso livello di radioattività, detta radiazione di fondo o naturale.
- Anche il cloruro di potassio (KCl), presente nel corpo umano, lo è in piccola percentuale.



Dormire con qualcuno significa assorbire le radiazioni emesse dal suo corpo!!

**DOVE?**

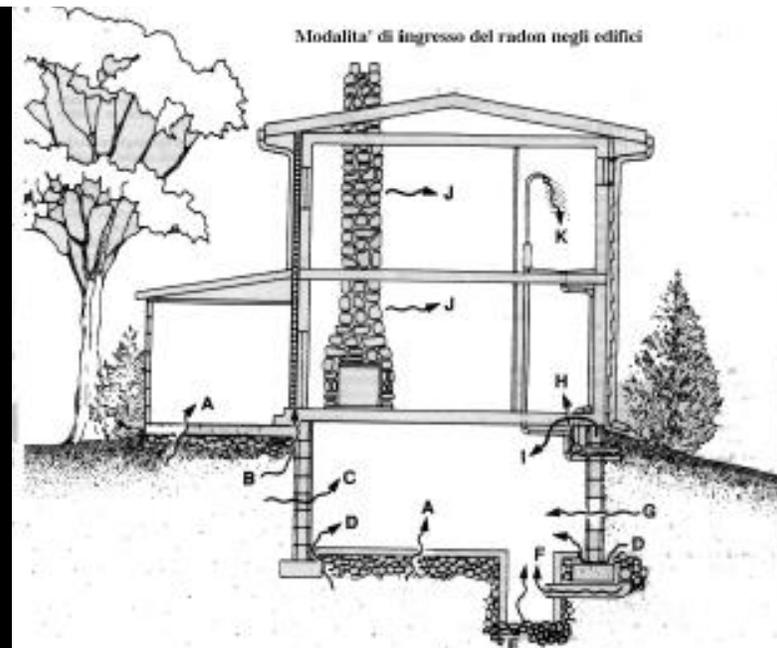
# RADIOATTIVITÀ NATURALE IN ARIA (SOPRATTUTTO AL CHIUSO, IN AMBIENTI POCO VENTILATI)

- Nell'aria, la **radiazione naturale** è dovuta principalmente alla presenza di **radon e toron**, cioè di **gas** (7,5 volte più pesanti dell'aria) appartenenti alle famiglie dell'uranio e del torio.



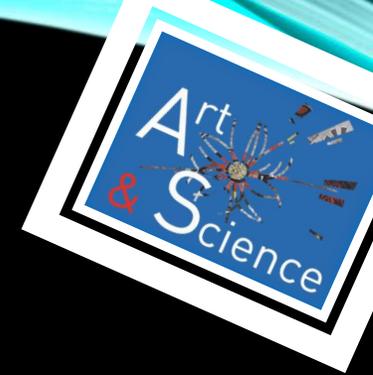
Viene emesso dalle rocce, dal suolo e dai materiali da costruzioni

## COME ENTRA IL RADON IN CASA?



### MAJOR RADON ENTRY ROUTES

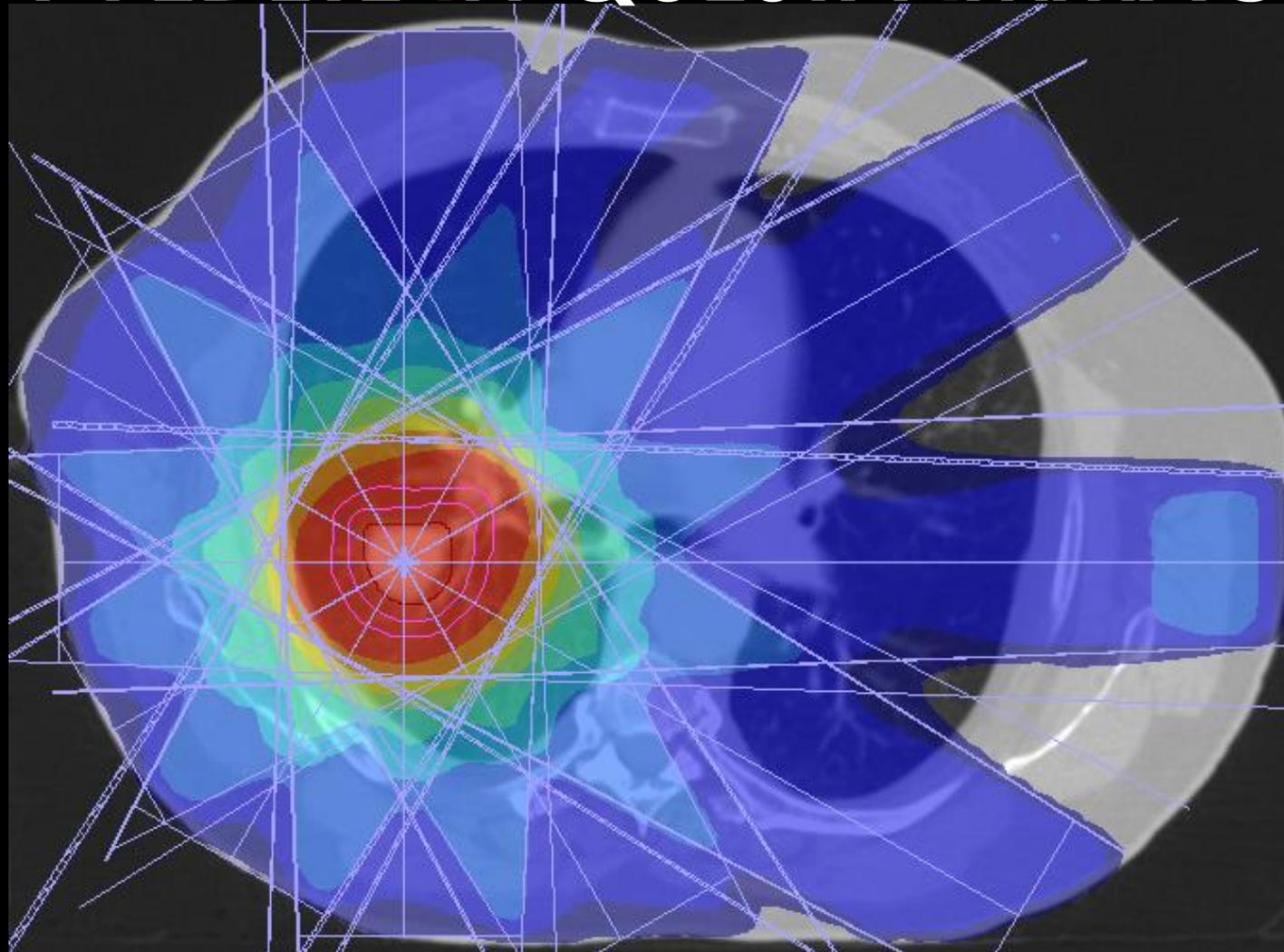
- A. Cracks in concrete slabs
- B. Spaces behind brick veneer walls that rest on uncapped hollow-block foundation
- C. Pores and cracks in concrete blocks
- D. Floor-wall joints
- E. Exposed soil, as in a sump
- F. Weeping (drain) tile, if drained to open sump
- G. Mortar joints
- H. Loose fitting pipe penetrations
- I. Open tops of block walls
- J. Building materials such as some rock
- K. Water (from some wells)

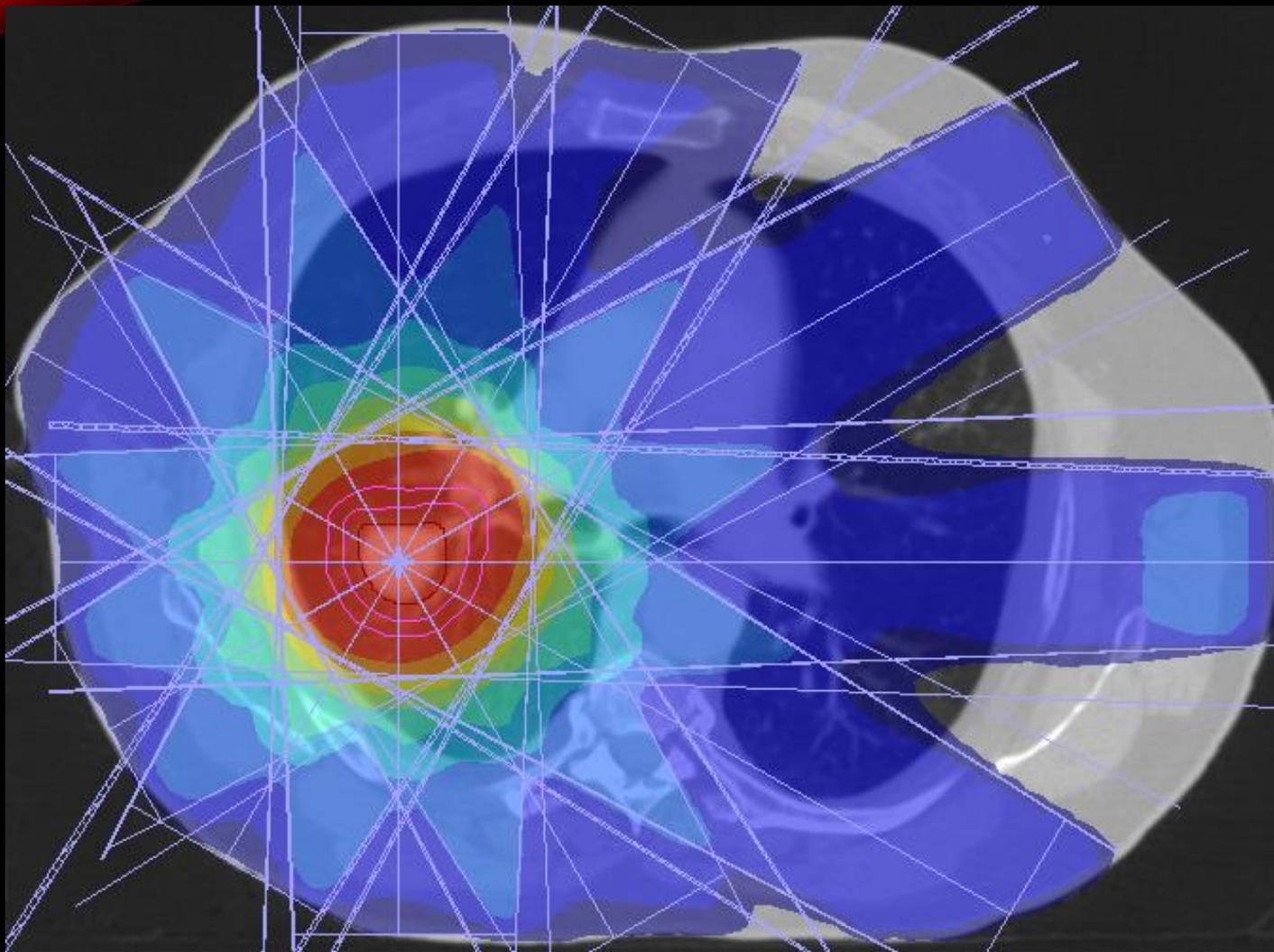


# COME USIAMO LE RADIAZIONI?

PROSSIME PRESENTAZIONI!!!!!!

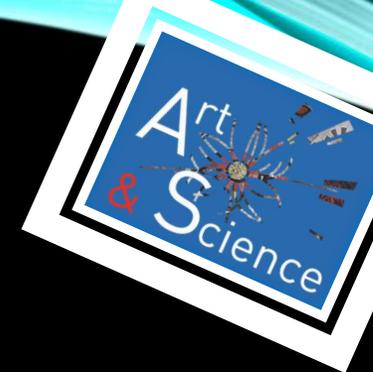
**COSA VEDETE IN QUESTA IMMAGINE?**



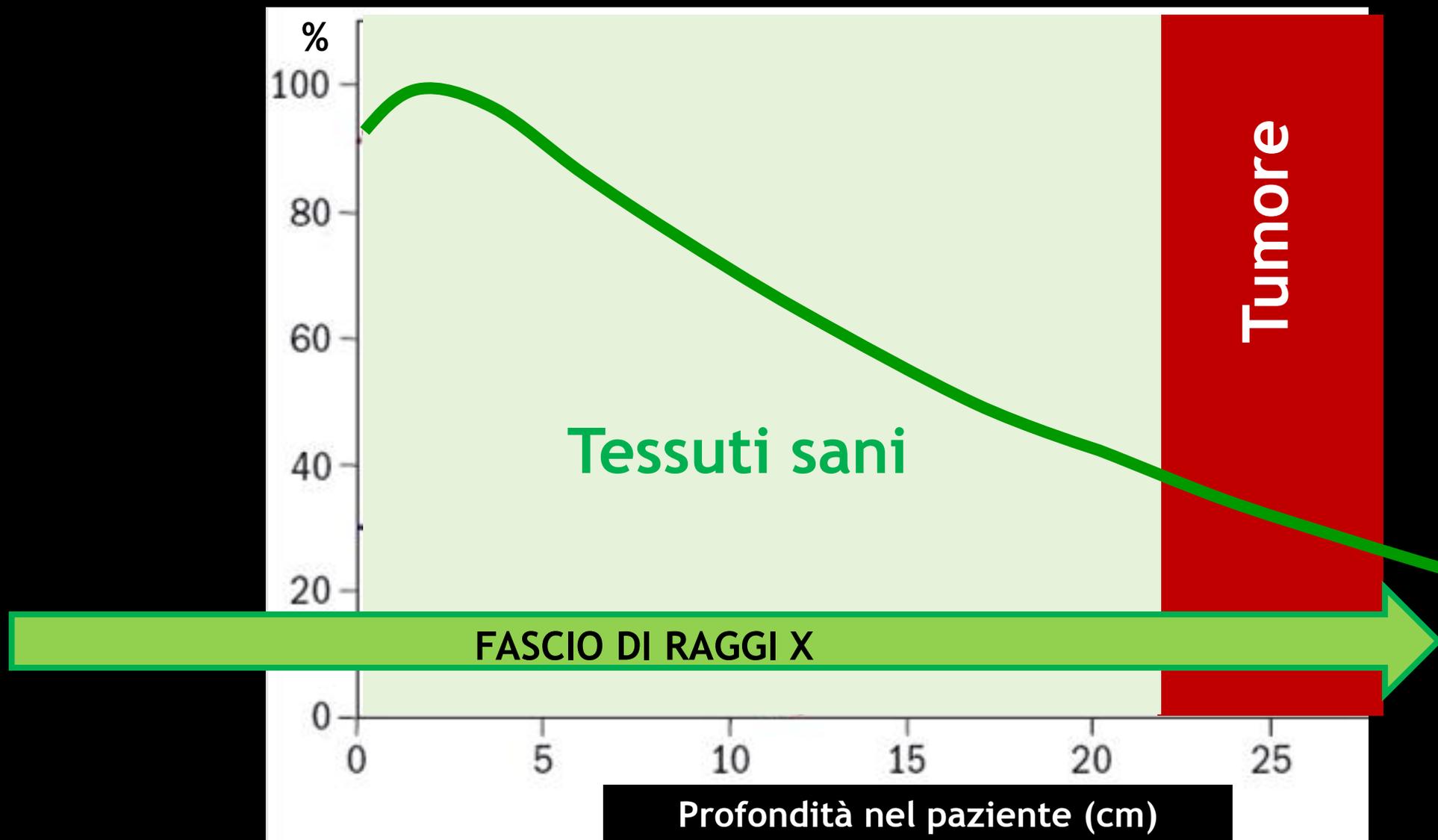




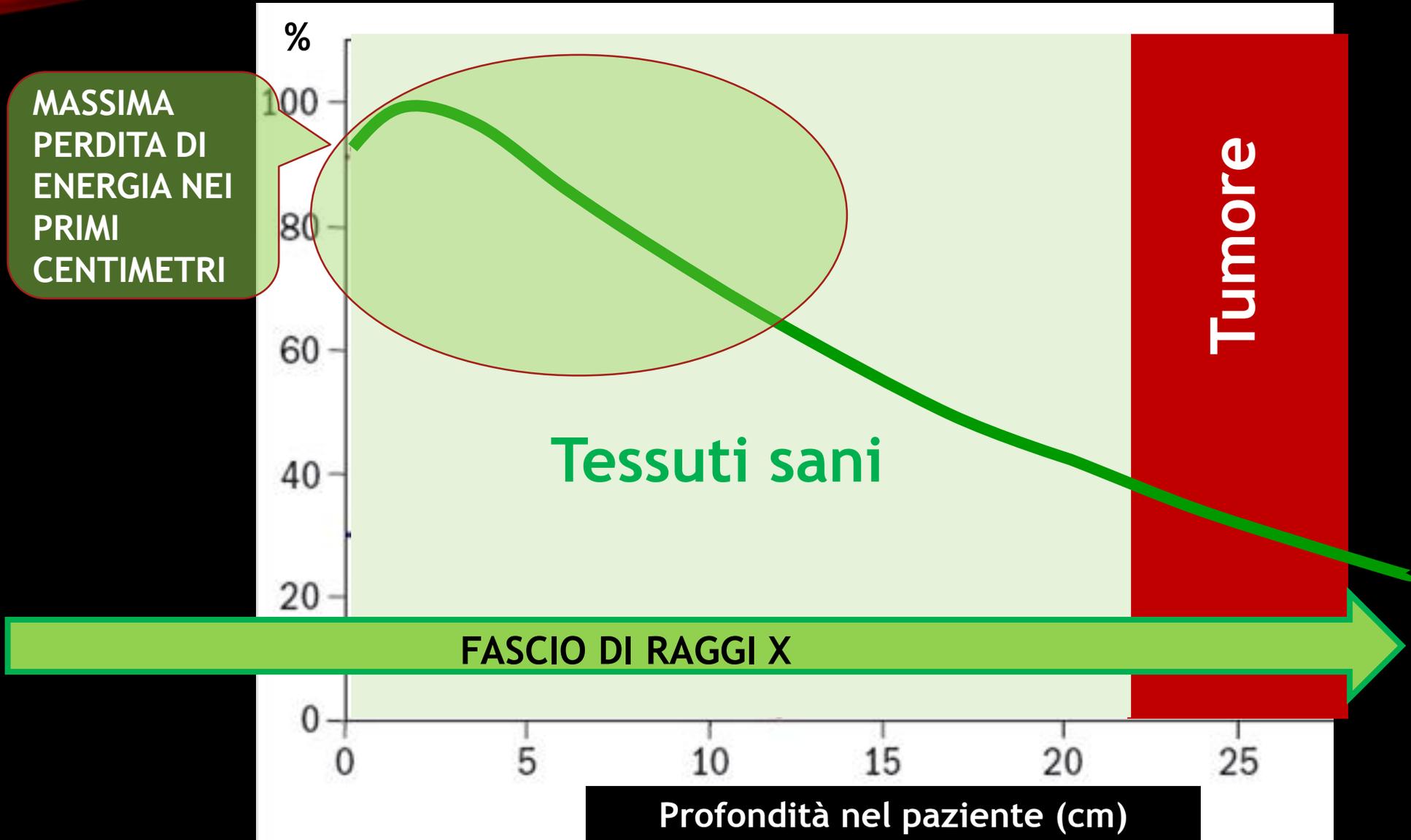
Per risparmiare i tessuti sani, si utilizzano molti fasci provenienti da diverse angolazioni, ruotando attorno al paziente, in modo che tutti i fasci si intersechino nella zona da trattare.



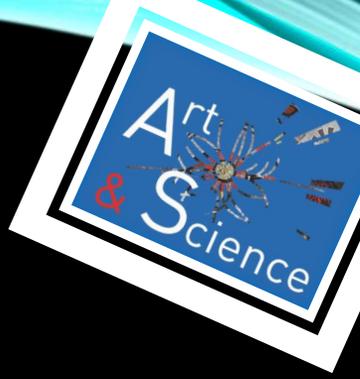
Energia relativa (%) rilasciata per unità di percorso



Energia relativa (%) rilasciata per unità di percorso

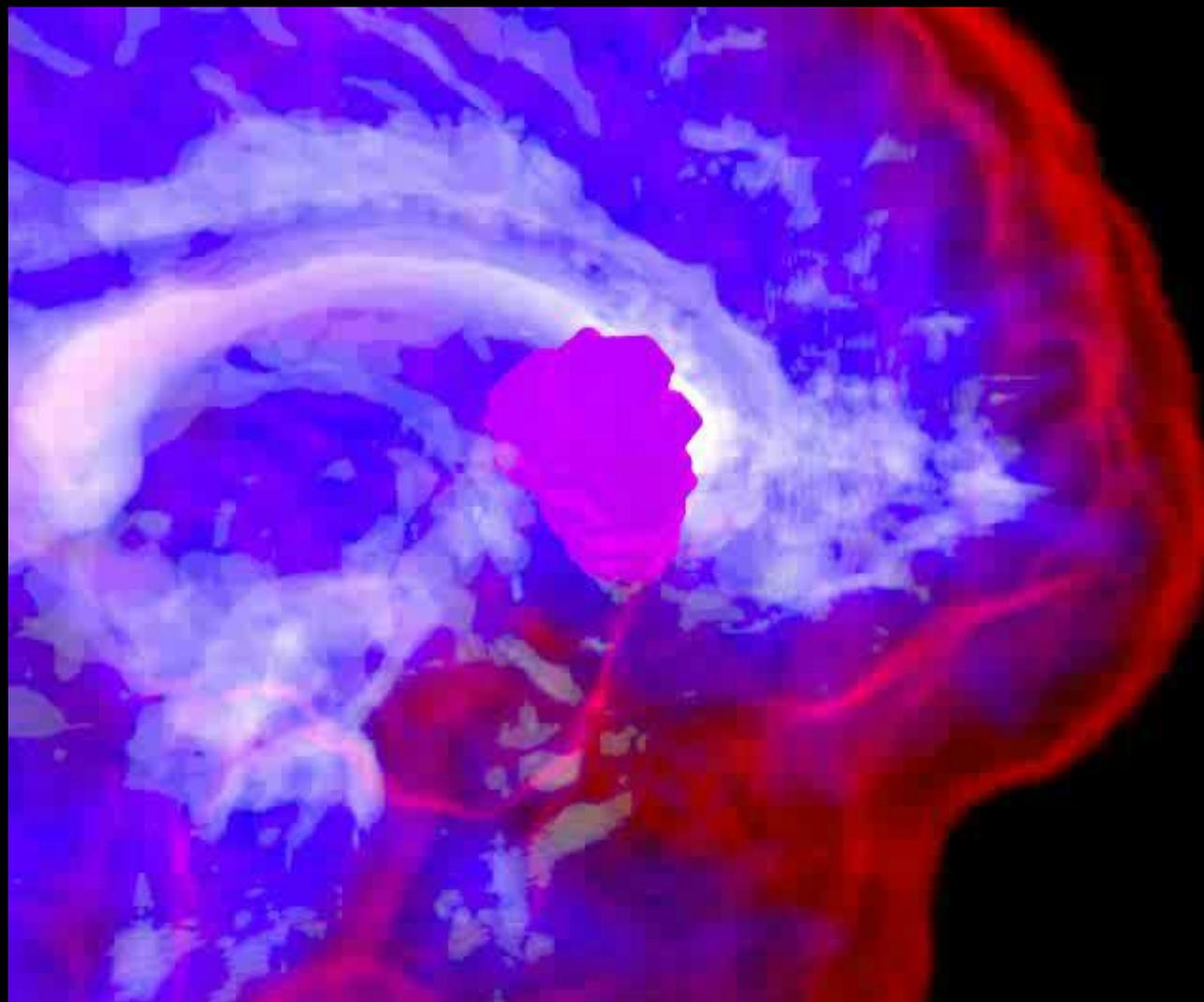
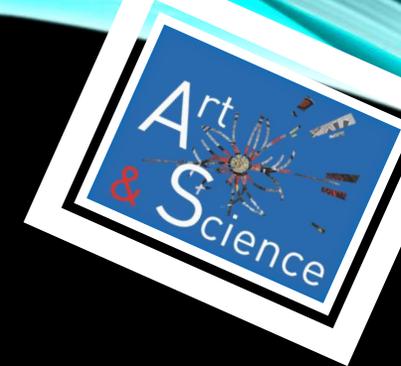


# Come si creano i fotoni da 6 MeV usati in radioterapia?

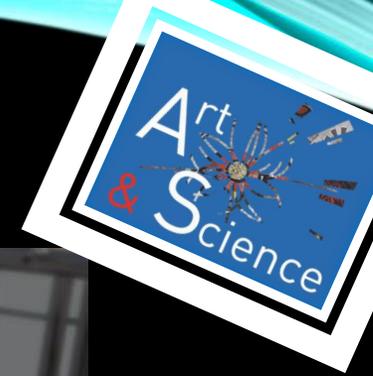


[www.elekta.com](http://www.elekta.com)

# COSA SUCCEDDE SE USIAMO PROTONI PER IRRAGGIARE I TUMORI



# Come si creano i protoni per terapia?



**GRAZIE PER L'ATTENZIONE!**

