

BENVENUTI a RADIOLAB

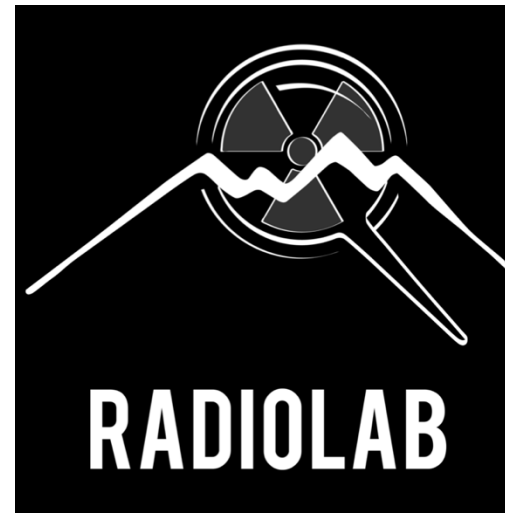


Scrivi almeno 3 parole che ti vengono in mente pensando a radiolab



A word cloud of terms related to radiolab, with words of varying sizes and colors. The most prominent words are 'Radioattività', 'laboratorio', and 'Radon'. Other visible words include 'Chimica', 'Ricerca', 'Radiazioni', 'esperimenti', 'fisica', 'Invisibile', 'gas', 'pcto', 'Reattore nucleare', 'Bomba atomica', 'studio', 'laboratorio radioattività', 'Fisica auantistica', 'Contatore Geiger', 'Fisica nucleare', 'Radiazioni laboratorio radon', 'elementi', 'Laboratorio chimica radiazione', 'laboratorio radiazioni chimica', 'Nucleare', and 'ZKKKTB'.

Radioattività laboratorio Radon
Chimica elementi Laboratorio chimica radiazione
Fisica nucleare Invisibile fisica
Contatore Geiger Radioattività laboratorio Radon
Fisica auantistica esperimenti ricerca Radiazioni gas
gas laboratorio radioattività laboratorio Bomba atomica studio
Reattore nucleare
laboratorio radiazioni chimica
Nucleare ZKKKTB
Ricerca radioattività
pcto



Progetto Radiolab 2025-2026

Christian Farnese (INFN-Padova)

per il Team Radiolab

INFN-Sezione di Padova, 07/11/2025



Missione di Radiolab

- **RadioLab** è un progetto ideato per la disseminazione della cultura scientifica con particolare riguardo al tema della radioattività
- Conoscere la radioattività, soprattutto quella “naturale”, vi aiuterà a non averne (troppa) paura
- Avrete l'opportunità di misurare la radioattività naturale in prima persona per rendersi conto che viviamo in un mondo radioattivo



Missione di Radiolab

- Farete una vera (anche se semplice) misura di fisica sperimentale, dalla preparazione dell'esperimento fino all'analisi dei dati





Radiolab e' un progetto INFN



RADIOLAB

Terza Missione

Fisica
Subnucleare

Fisica
Astroparticellare

Fisica Nucleare

Fisica Teorica

Ricerca
Tecnologica



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

Progetto Radiolab: il nostro percorso!

Primo incontro
07 novembre 2025

1. Introduzione al progetto.
2. Introduzione alla fisica nucleare: impariamo i fondamentali!
3. Consegna e montaggio dei dosimetri!

Esposizione
e
dosimetri
consegnati

Secondo incontro
4 dicembre 2024

1. Conosciamo il Radon e la Radioattività.
2. I dosimetri: cosa sono? come funzionano?
3. Trattamento chimico
4. Calibrazione! (vedi slide 6)

Terzo incontro
29 gennaio 2026

1. Ritiro dei dosimetri
2. Visita ai Laboratori Nazionali di Legnaro

Qualche
giorno
dopo

Trattamento
chimico

Ultimo incontro
26 febbraio 2026

Analisi dei vostri
dosimetri: si veda
slide 7

Entro
Pasqua

Consegna
Relazione

Dopo circa 100 giorni

Dopo i primi 2 incontri: consegna del «Diario di Bordo»

Misura del radon con CR-39

comprendo come funziona il mio rivelatore: CALIBRAZIONE!

Esposizione del Rivelatore

1. Registrare il numero del rivelatore CR-39.
2. Alloggiare il rivelatore all'interno della camera bianca, in gas inerte.
3. Posizionare il contenitore all'interno e lo espongo a una quantità di radon determinata (in Bq) per un tempo determinato.

Dopo un tempo definito

Trattamento Chimico

Favorisco la modifica della superficie in modo controllato immergendo i CR-39 in una sostanza altamente erosiva (NaOH) a temperatura controllata per un tempo determinato, per aumentare le dimensioni delle tracce, e renderle così osservabili al microscopio.

Conteggio e Analisi dati

1. Parte I

- a. Fotografare diverse zone del rivelatore CR-39 (circa 10 zone) con l'uso del microscopio.
- b. Contare e registrare il numero di tracce per ciascuna delle 10 foto → Fare la media.

Attenzione all'ingrandimento!

2. Parte II

Utilizzando la carta millimetrata, realizzo un grafico.

Confronto:

**concentrazione del radon ($\text{Bq} \cdot \text{h} / \text{m}^3$) VS
conteggio di tracce.**

Questo processo lo ripeto per 5 concentrazioni di radon diverse.

Misura del radon con CR-39: per ogni gruppo del progetto Radiolab

Esposizione del Rivelatore

1. Registrare il numero del rivelatore CR-39.
2. Alloggiare il rivelatore all'interno del contenitore e chiuderlo.
3. Portarlo fino alla posizione di misura chiuso dentro l'apposito sacchetto.
4. Posizionare il contenitore senza il sacchetto in un'area adeguata lontana da correnti d'aria



Dopo circa
100 giorni

Trattamento Chimico

Modifica della superficie in modo controllato immergendo i CR-39 in una sostanza altamente erosiva a temperatura controllata, per rendere osservabili le tracce.

Conteggio e Analisi dati

1. Parte I

- a. Fotografare 10 (dieci) diverse zone del rivelatore CR-39 Utilizzando il microscopio.
- b. Salvare le foto e contare e registrare il numero di tracce per ciascuna delle 10 foto.

Attenzione all'ingrandimento!

2. Parte II

- Con l'aiuto della curva di calibrazione associata ad ogni conteggio di tracce un valore di concentrazione di radon, rilevata dal CR-39 in una determinata posizione.

Occhio! e il bianco?

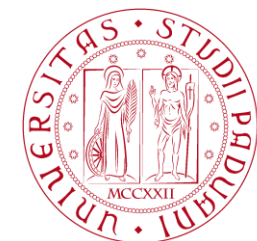
Grazie per l'attenzione!

Introduzione alla FISICA NUCLEARE



Magda Cicerchia

Dip. di Fisica e Astronomia e INFN, Padova



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA**

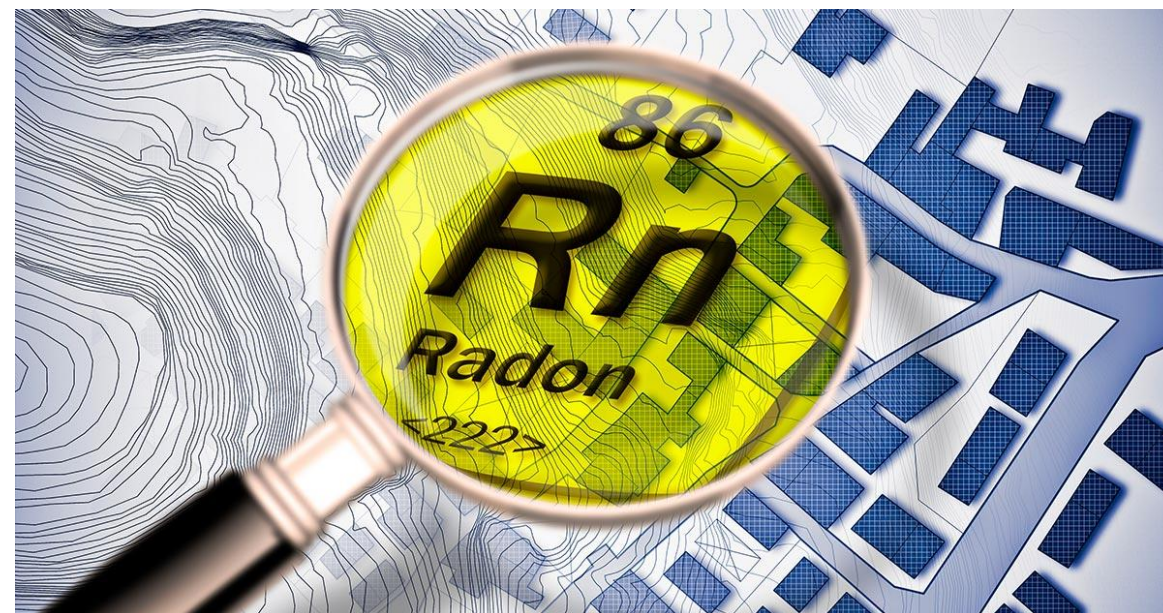
Progetto RadioLAB

Obiettivo:

comunicare la radioattività

Radiolab mira a raccontare la radioattività e i suoi effetti sulla salute al grande pubblico programmi di divulgazione che coinvolgono i ragazzi:

- PCTO
- Summer/spring school
- Eventi divulgativi (notte della ricerca – Science4all, Pint of Science, ...)



Cos'è la
RADIAZIONE?



A word cloud featuring various scientific terms in Italian. The most prominent words are 'Decadimento' (green), 'e' (blue), 'di particelle' (red), 'Onde' (orange), 'radiazioni' (red), and 'energia' (red). Other visible words include 'processo chimico', 'Una', 'tramite', 'nucleo', 'avviene', 'scambia', 'materia', 'decadimento reattivo', 'gamma', 'Reazioni loro instabile', 'generare', 'emettere', 'beta', 'fotoni', 'reazione', 'l'interazione', 'l'emissione', 'Reazioni chimiche', 'Particelle nocive', 'emanazione', 'Reazioni a catena', 'che', 'dal', 'capacità', 'alfa', 'della', 'atomi', 'delle', 'Collasso', and 'Particelle nocive'. The words are arranged in a horizontal, somewhat circular pattern, with colors ranging from green to red.



Cos'è la RADIOATTIVITÀ?



Nell'immaginario comune:

- è **negativa** e **pericolosa**
- è **prodotta solo da noi**



Nell'immaginario fantastico:

La radiazione **produce**
stranezze e supereroi



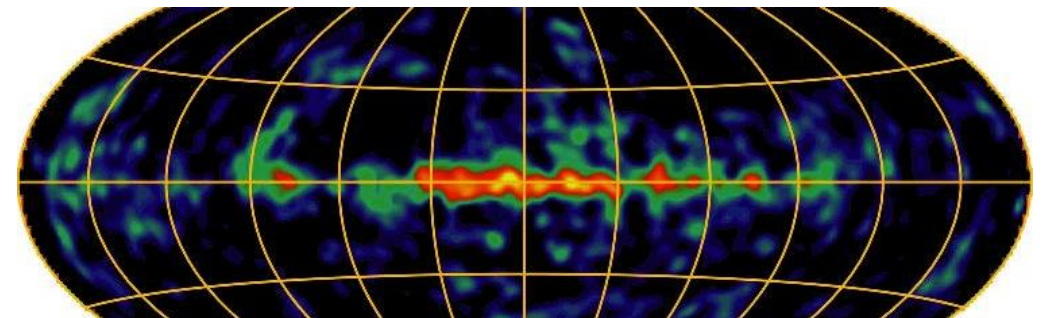
Cos'è la RADIOATTIVITÀ?



Sfruttata in modo corretto e pulito
dall'uomo



Naturale



Cos'è la RADIOATTIVITÀ?

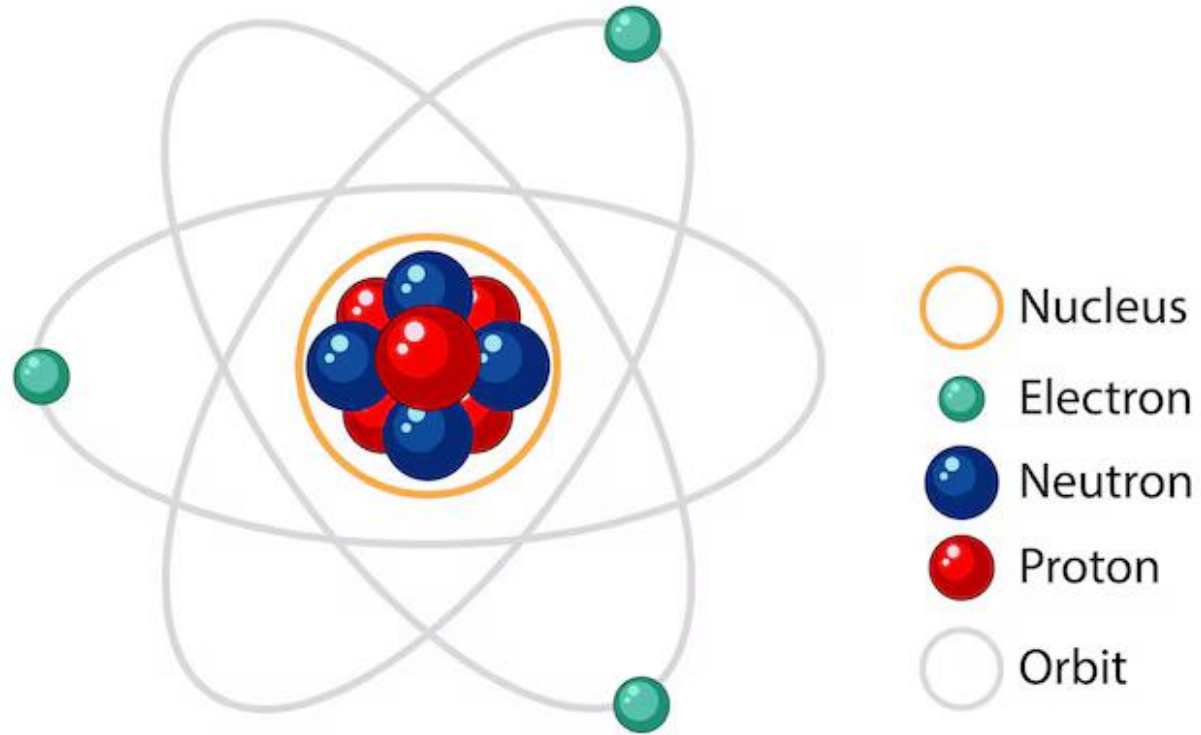


Le RADIAZIONI
IONIZZANTI sono
costantemente
attorno a noi

Facciamo un passo indietro...
Di cosa è fatta la materia?



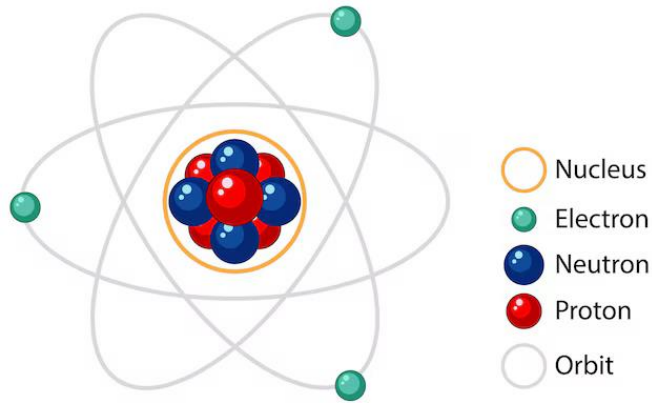
Come è fatto un ATOMO?



ATOM Structure

Come è fatto un ATOMO?

MASSA



ATOM Structure

Particella	Simbolo	Carica (C)	Massa (kg)
Elettrone	e^-	$-1,6 \times 10^{-19}$	$9,1 \times 10^{-31}$
Protone	p	$+1,6 \times 10^{-19}$	$1,672 \times 10^{-27}$
Neutrone	n	0	$1,675 \times 10^{-27}$

$$9.1 \times 10^{-31} = \frac{9.1}{10.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000}$$

La massa di un protone è circa 1800 volte più grande della massa di un elettrone!

Come è fatto un ATOMO?

DIMENSIONI

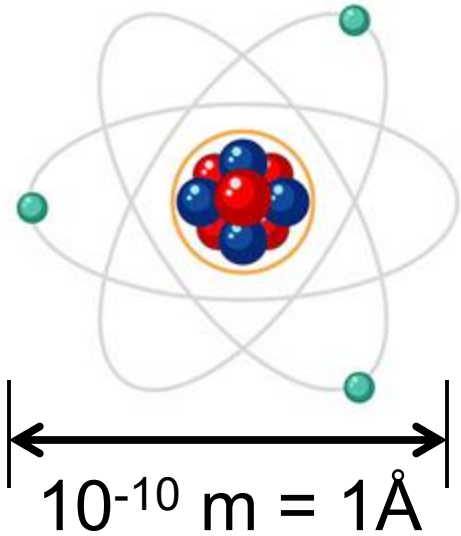


Diagram of a nucleus (red and blue spheres). A horizontal double-headed arrow below the nucleus indicates its size.

$10^{-15} \text{ m} = 1 \text{ fm}$



Come è fatto un ATOMO?

DENSITÀ



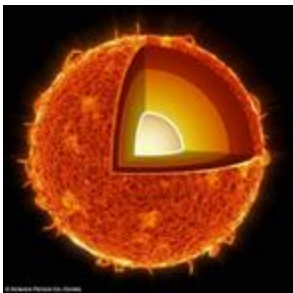
Aria

1.29 kg/m^3



Acqua

1000 kg/m^3



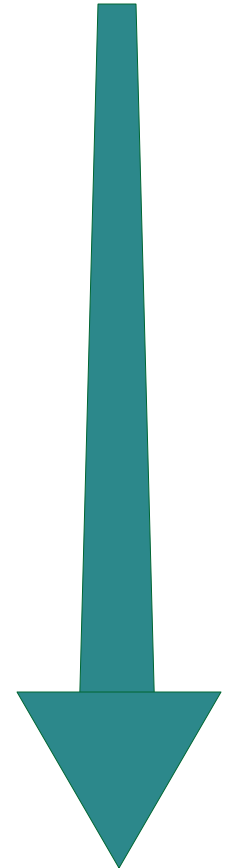
Centro del sole

10^5 kg/m^3



Nucleo atomico

10^{17} kg/m^3



Quanti atomi conosciamo?

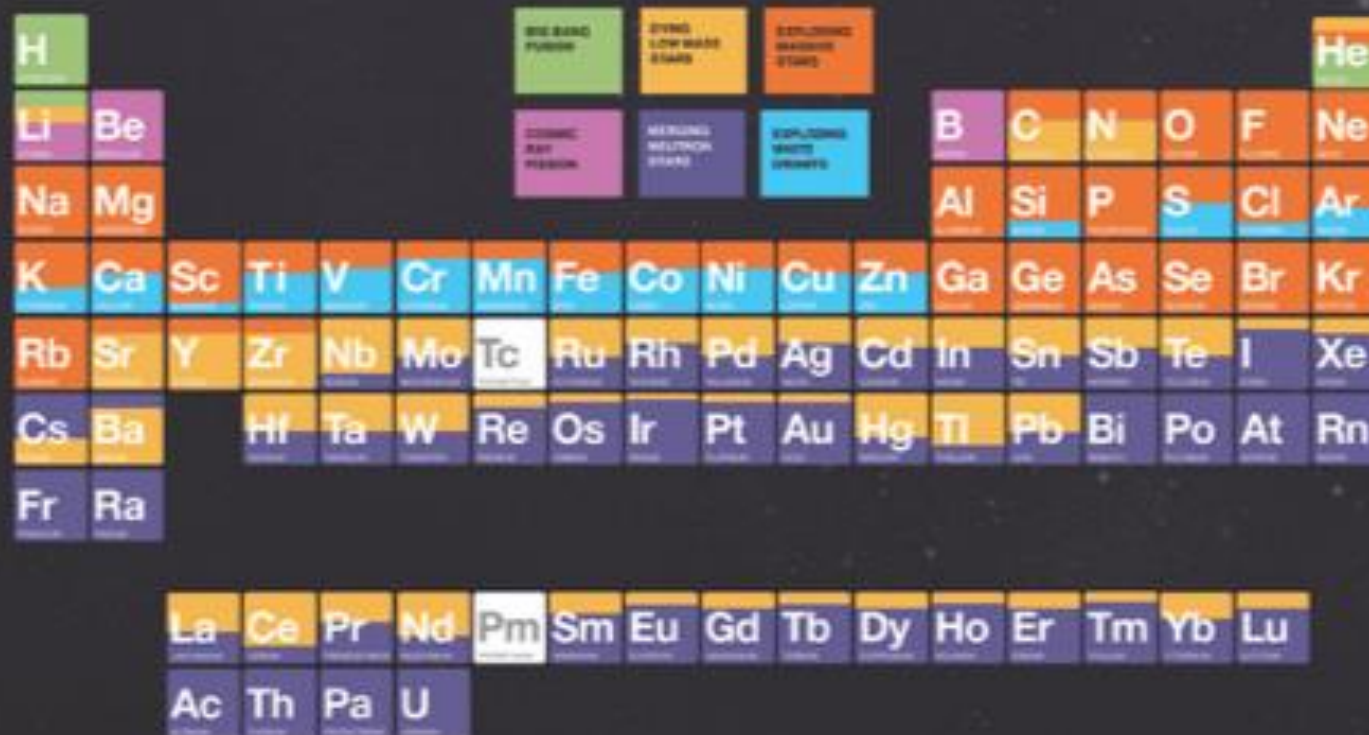


Quanti atomi conosciamo?

oltre 100 Protone Radon Cl Argento C'è Th Cr Br K Na 3 modelli atomici
Somalia 127 Ca 118 H Ho Ag Hg B Oro Rubidio
Tecnezio Rame Cu W 124 Rn Fe Si Stagno
Li

Quanti atomi conosciamo?

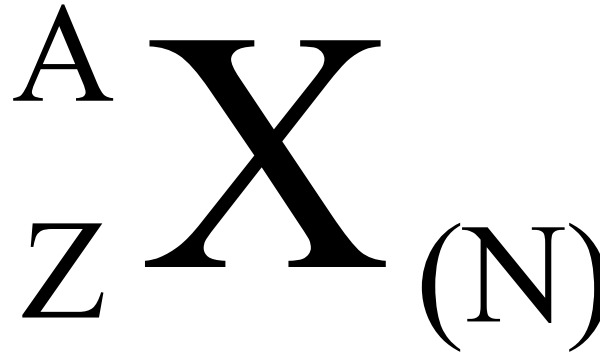
ORIGINS: SOLAR SYSTEM ELEMENTS



E quanti NUCLEI?

Carta d'identità dei nuclei

A = Numero di massa:
la somma del numero di
neutroni e protoni nel nucleo

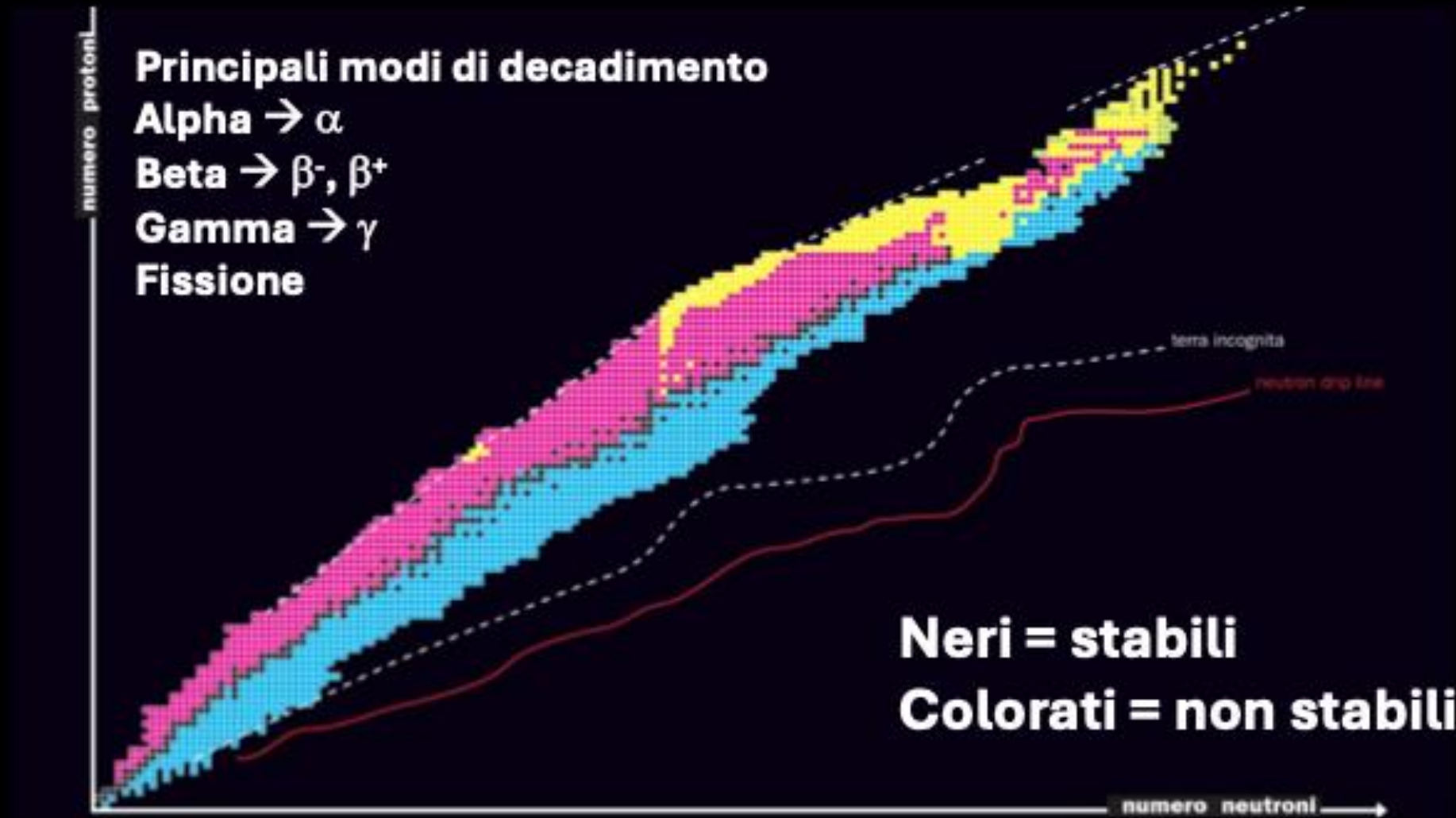


$$A = Z + N$$

Z = Numero atomico:
il numero dei protoni nel nucleo

N = Numero dei neutroni:
il numero dei neutroni nel nucleo

La carta dei NUCLIDI o di Segrè

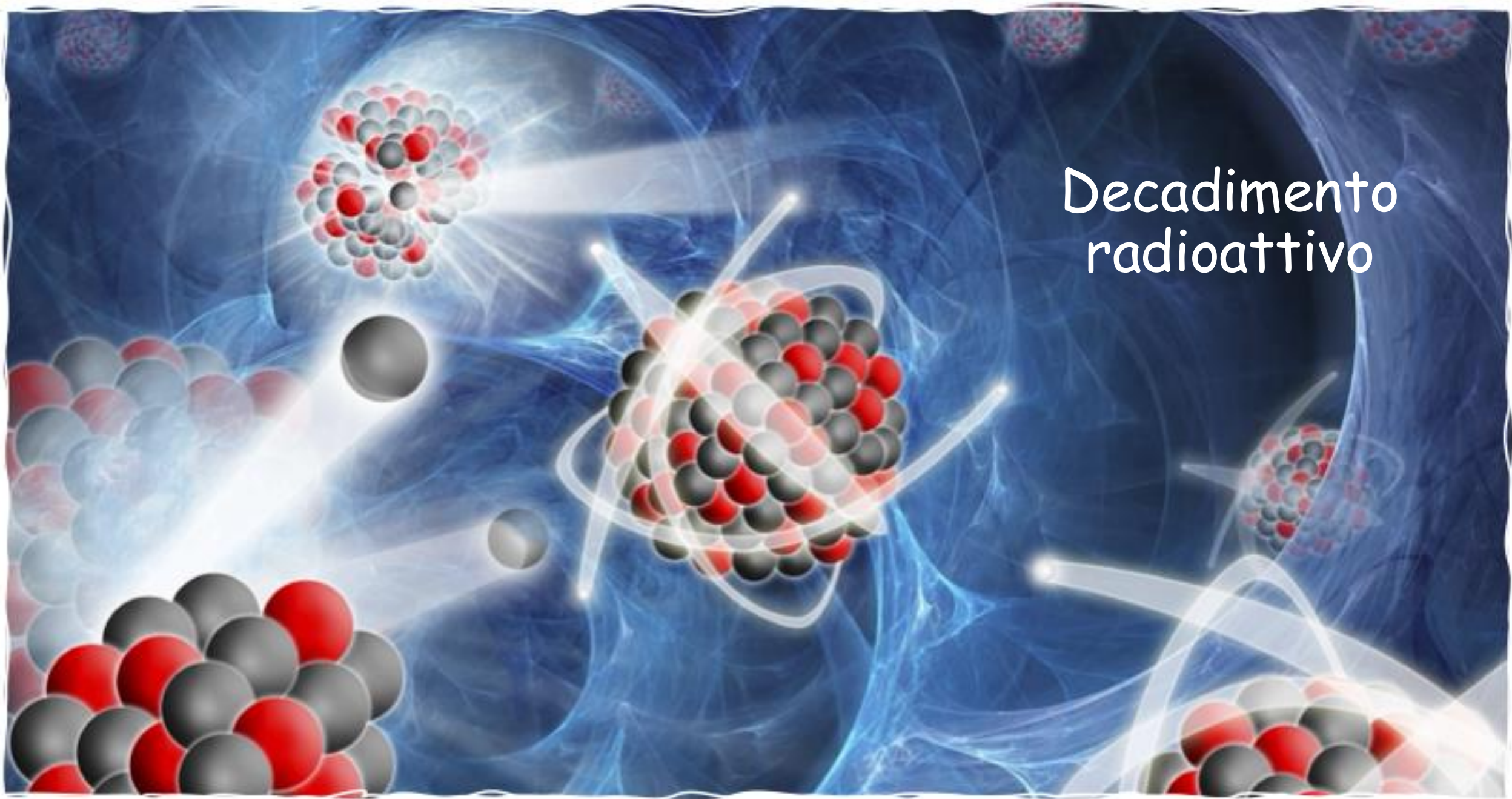


Isobari e isotopi: nuclidi della carta di Segrè



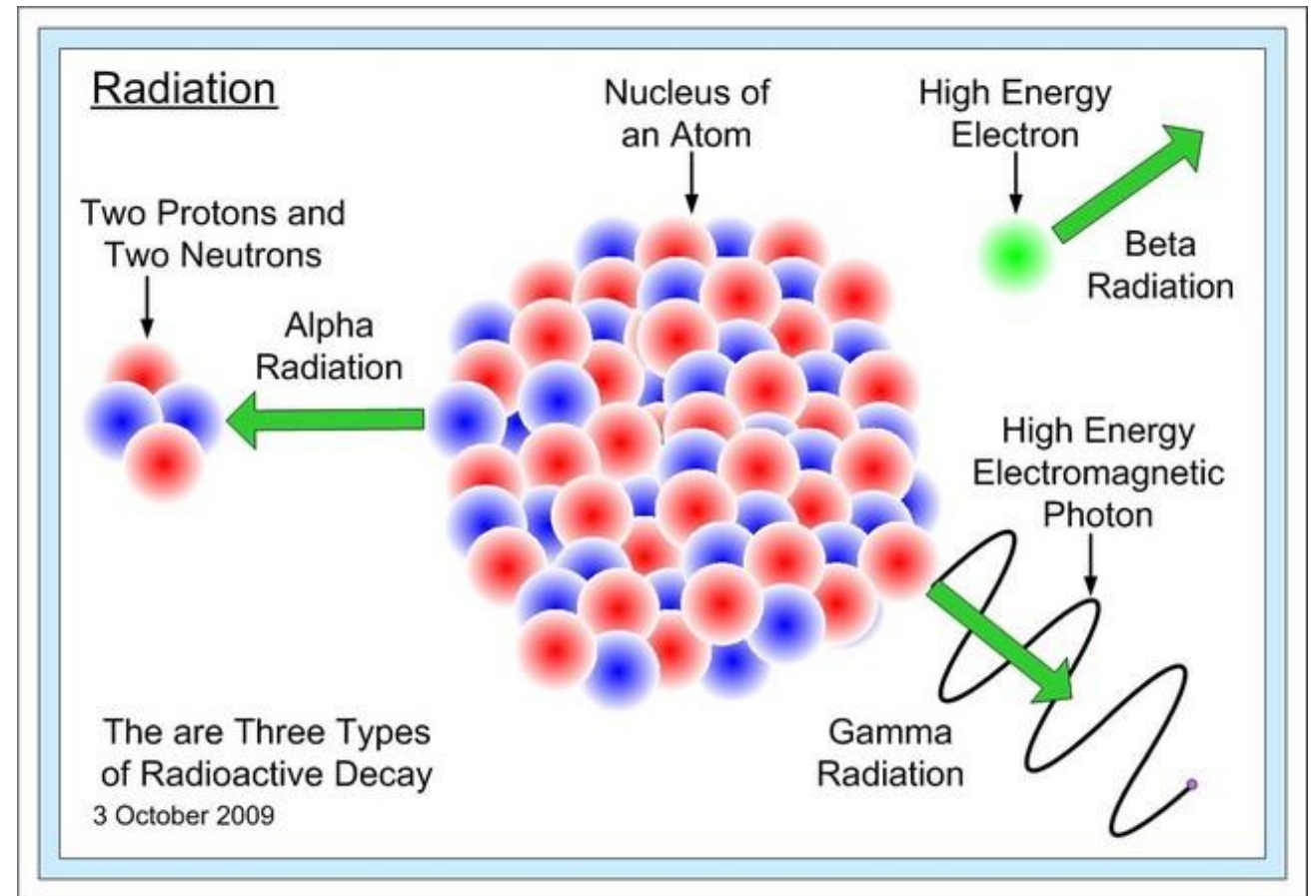
Nella carta dei nuclidi,
i nuclei sono organizzati sulla
base
del loro numero atomico
(numero di protoni) Z
e
del loro numero di neutroni N

Decadimento radioattivo



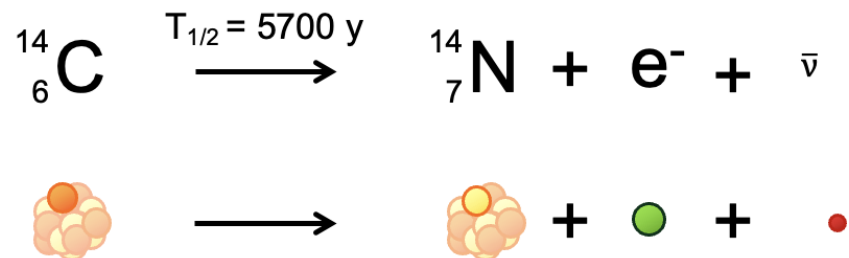
Principali modi di decadimento

- Alpha $\rightarrow \alpha$
- Beta $\rightarrow \beta^-, \beta^+$
- Gamma $\rightarrow \gamma$
- Fissione



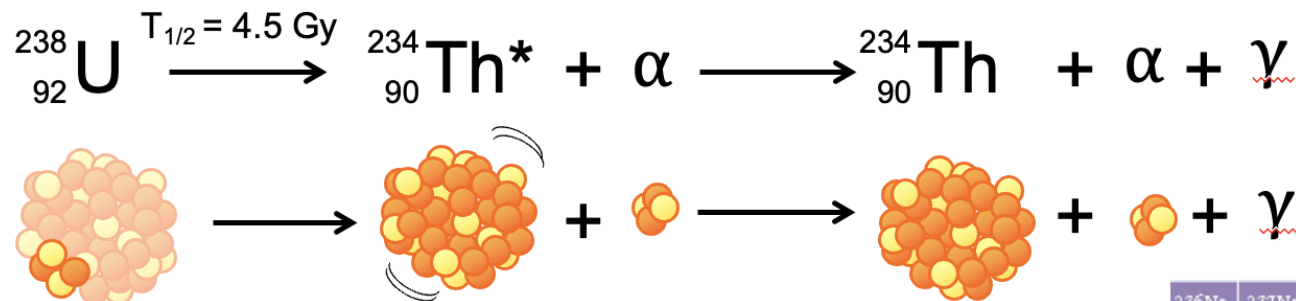
Tipologie di decadimento

Decadimento β^-



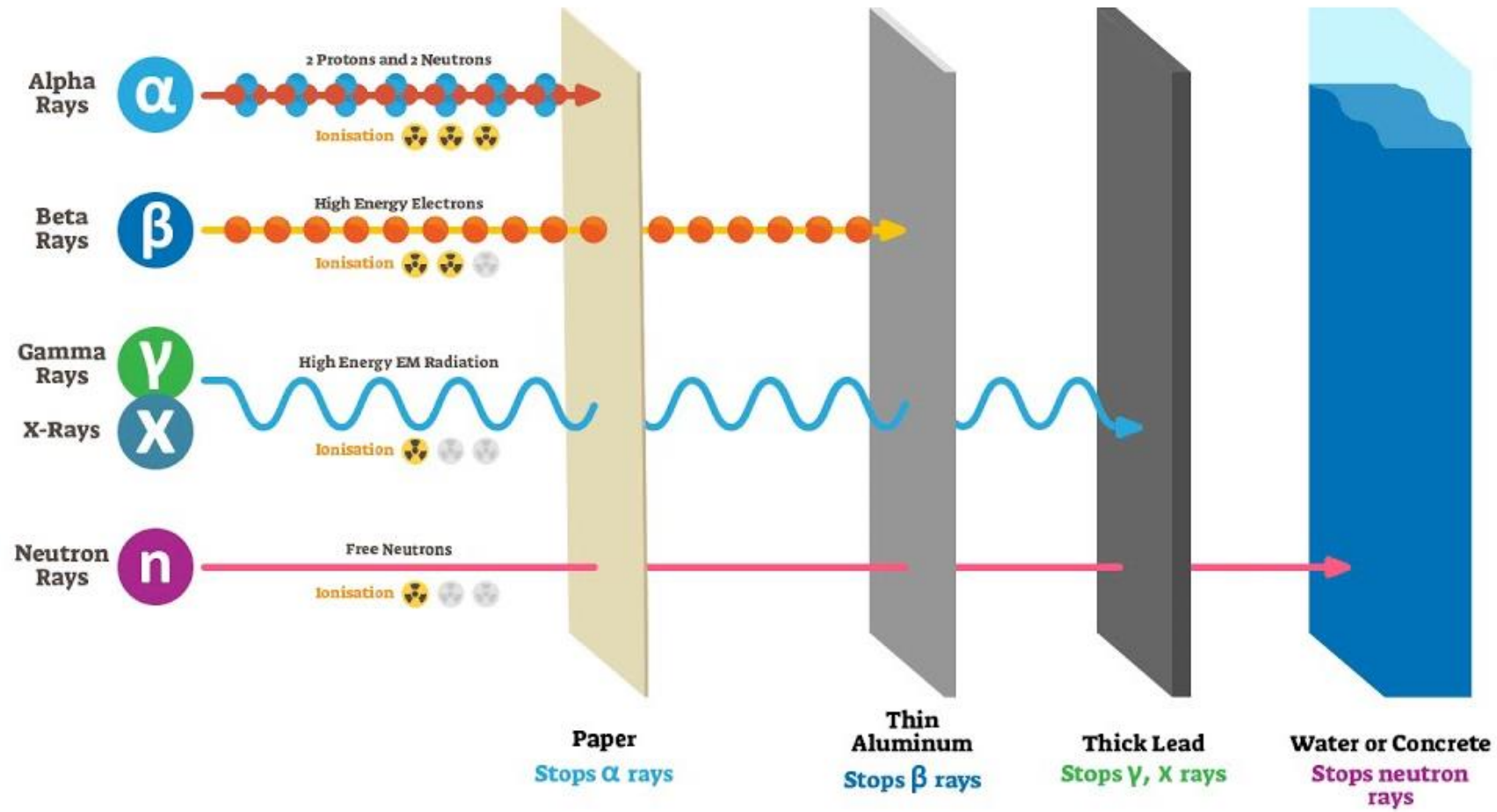
13N	14N	15N
12C	13C	14C

Decadimento α
seguito da
diseccitazione γ



236Np	237Np	238Np	239Np	240Np
235U	236U	237U	238U	239U
234Pa	235Pa	236Pa	237Pa	238Pa
233Th	234Th	235Th	236Th	237Th

Capacità penetrativa della radiazione



Legge del decadimento radioattivo

Se al tempo $t = 0$ ho N_0 nuclei, quanti ne avrò dopo un tempo t ?

$$N(t) = N_0 \left(\frac{1}{e} \right)^{\frac{t}{\tau}} = N_0 \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{t}{T_{1/2}}}$$

$N(t) \rightarrow$ numero di nuclei radioattivi al tempo t

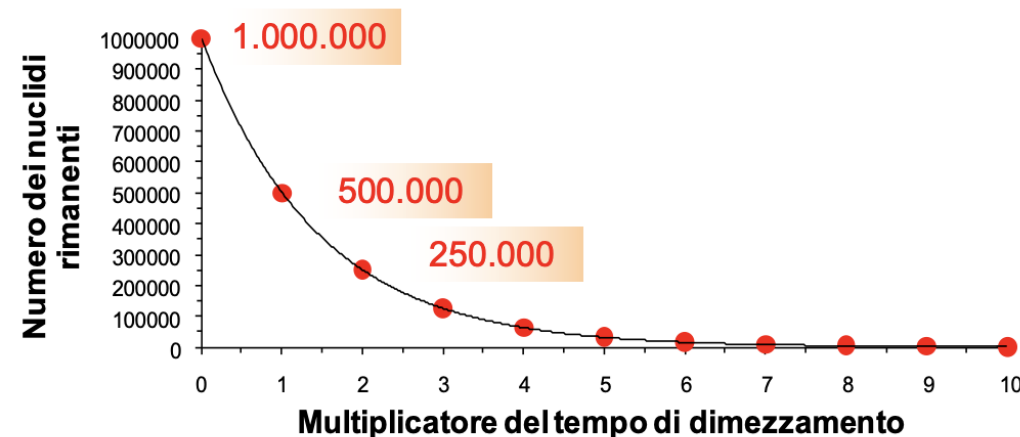
$N_0 \rightarrow$ numero di nuclei radioattivi all'istante iniziale

$t \rightarrow$ tempo trascorso

$\tau \rightarrow$ **vita media**

$T_{1/2} \rightarrow$ **tempo di dimezzamento**

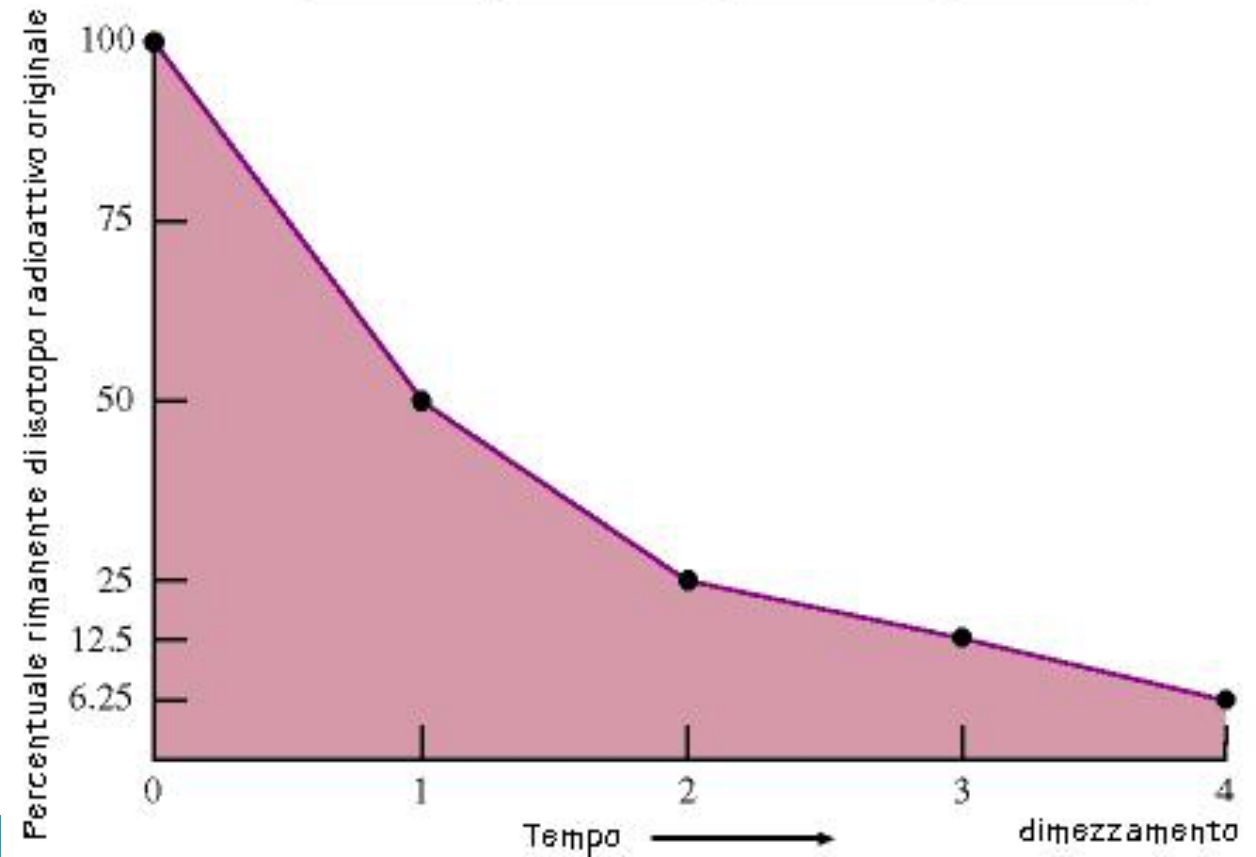
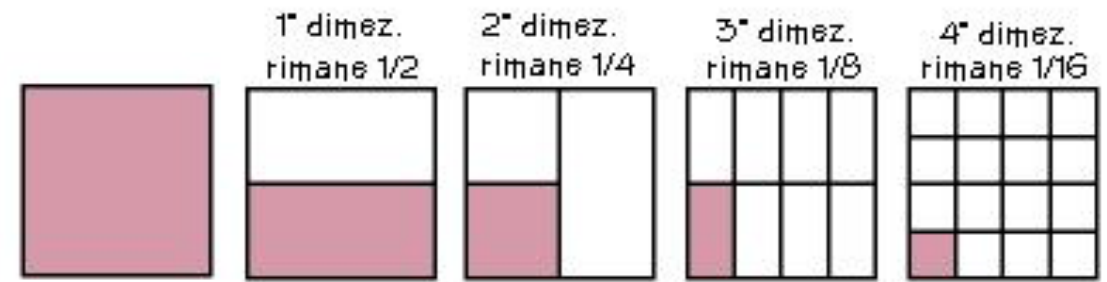
cioè il tempo dopo il quale la metà dei nuclei sono decaduti, e quindi la metà è sopravvissuta



Legge del decadimento radioattivo

Se al tempo $t = 0$ ho N_0 nuclei, quanti

$$N(t) = N_0 \left(\frac{1}{e} \right)^{\frac{t}{\tau}} = N_0 \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{t}{T_{1/2}}}$$



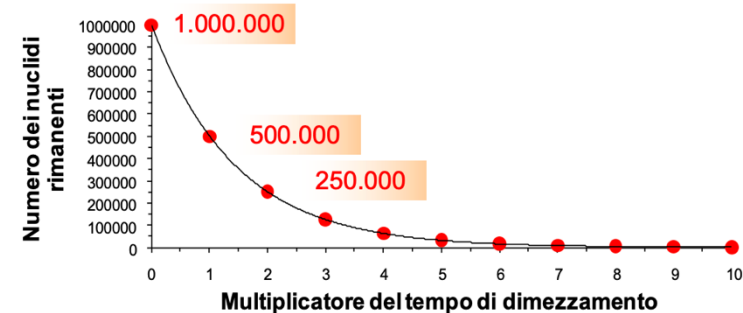
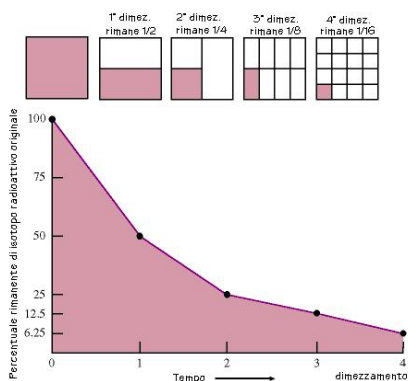
Attività del decadimento radioattivo

Se al tempo $t = 0$ ho N_0 nuclei, quanti ne avrò dopo un tempo t ?

$$A(t) = \frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{N(t)}{\tau}$$

L'**attività** è il **tasso medio di disintegrazioni** di nuclei radioattivi

È la rapidità con cui avvengono i decadimenti
(numero di decadimenti al secondo - Bq)

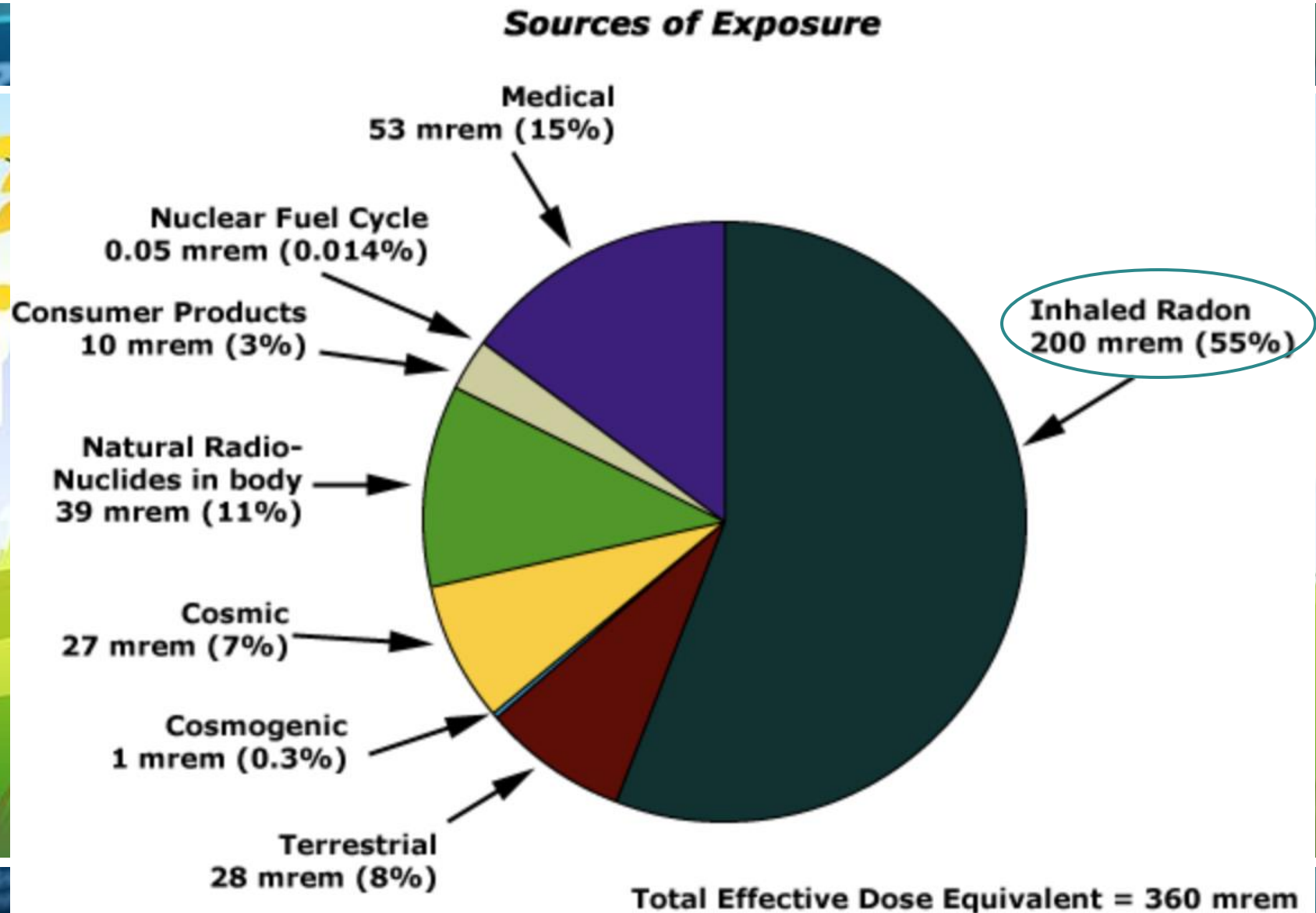


Quali sono le sorgenti di radiazioni ionizzanti attorno a noi?



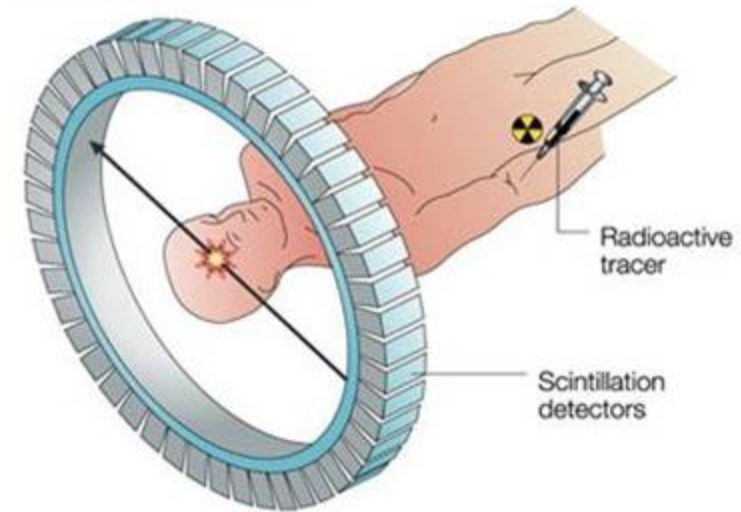
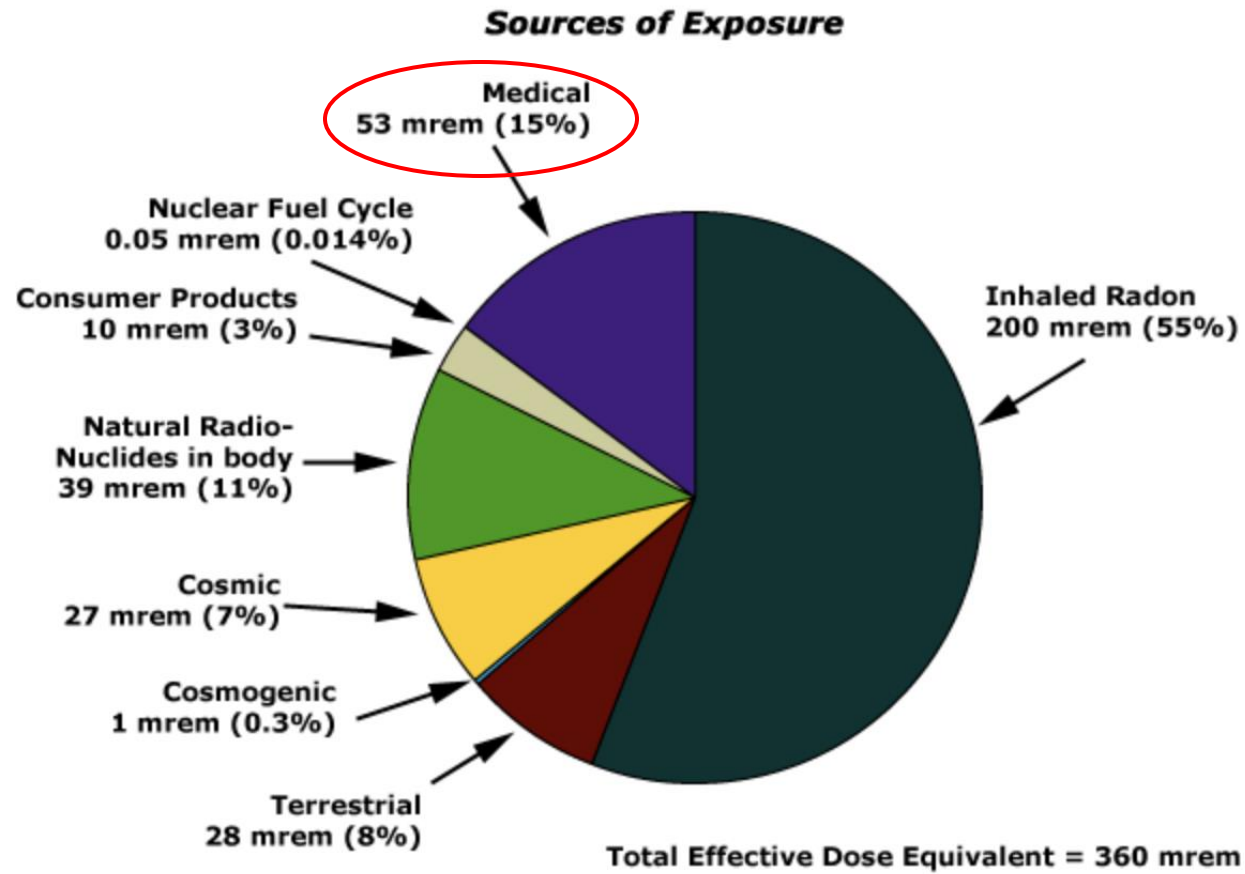
Le RADIAZIONI
IONIZZANTI sono
costantemente
attorno a noi

Quali sono le sorgenti di radiazioni ionizzanti attorno a noi?

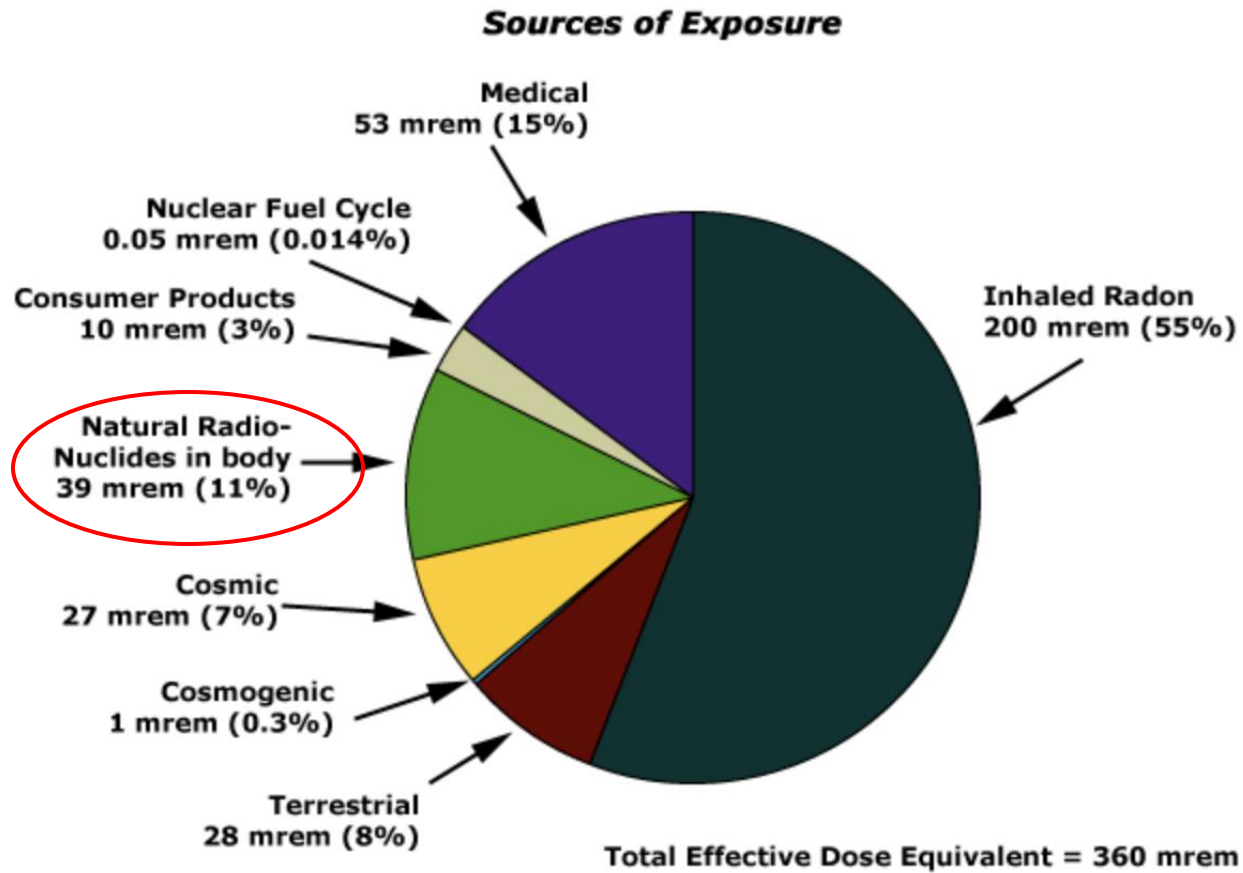


Le **RADIAZIONI IONIZZANTI** sono costantemente attorno a noi

Quali sono le sorgenti di radiazioni ionizzanti attorno a noi?

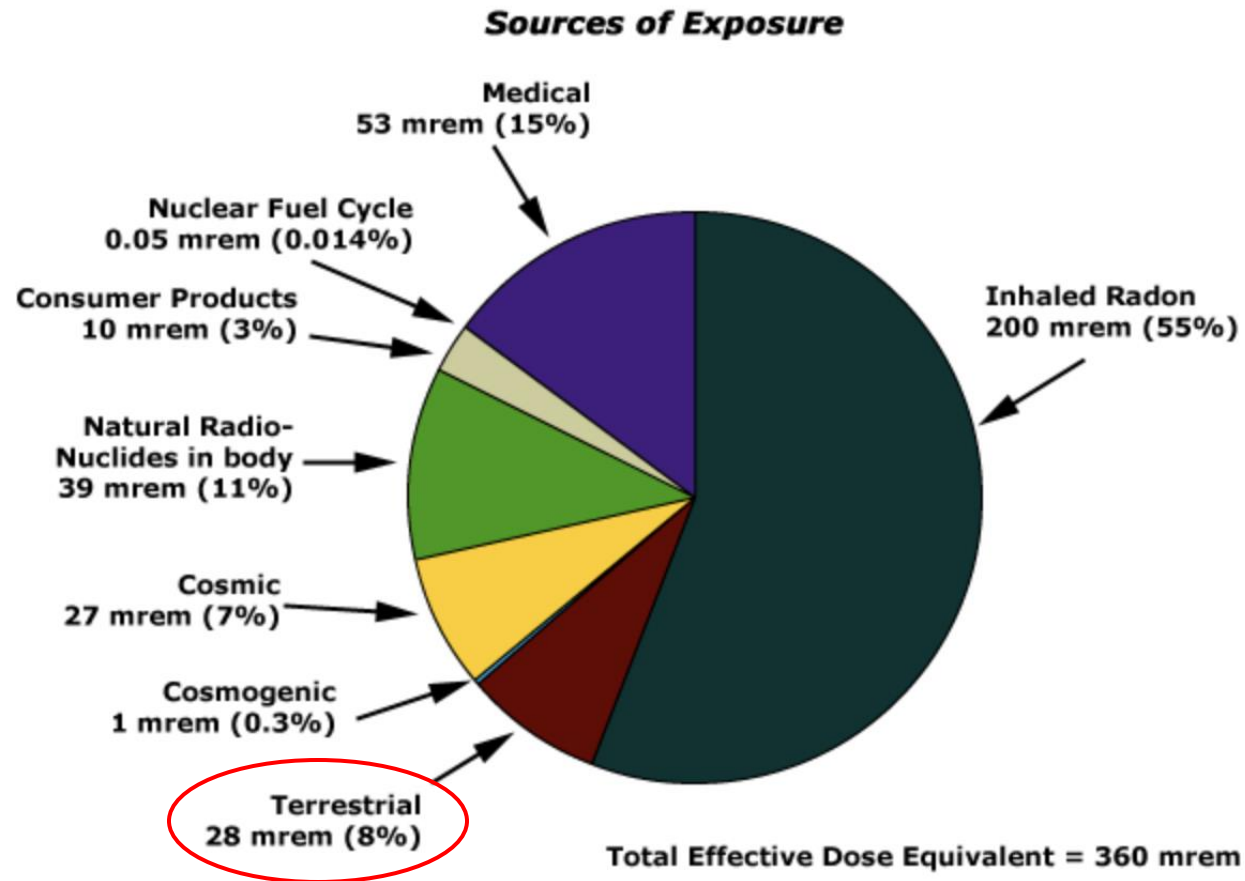


Quali sono le sorgenti di radiazioni ionizzanti attorno a noi?



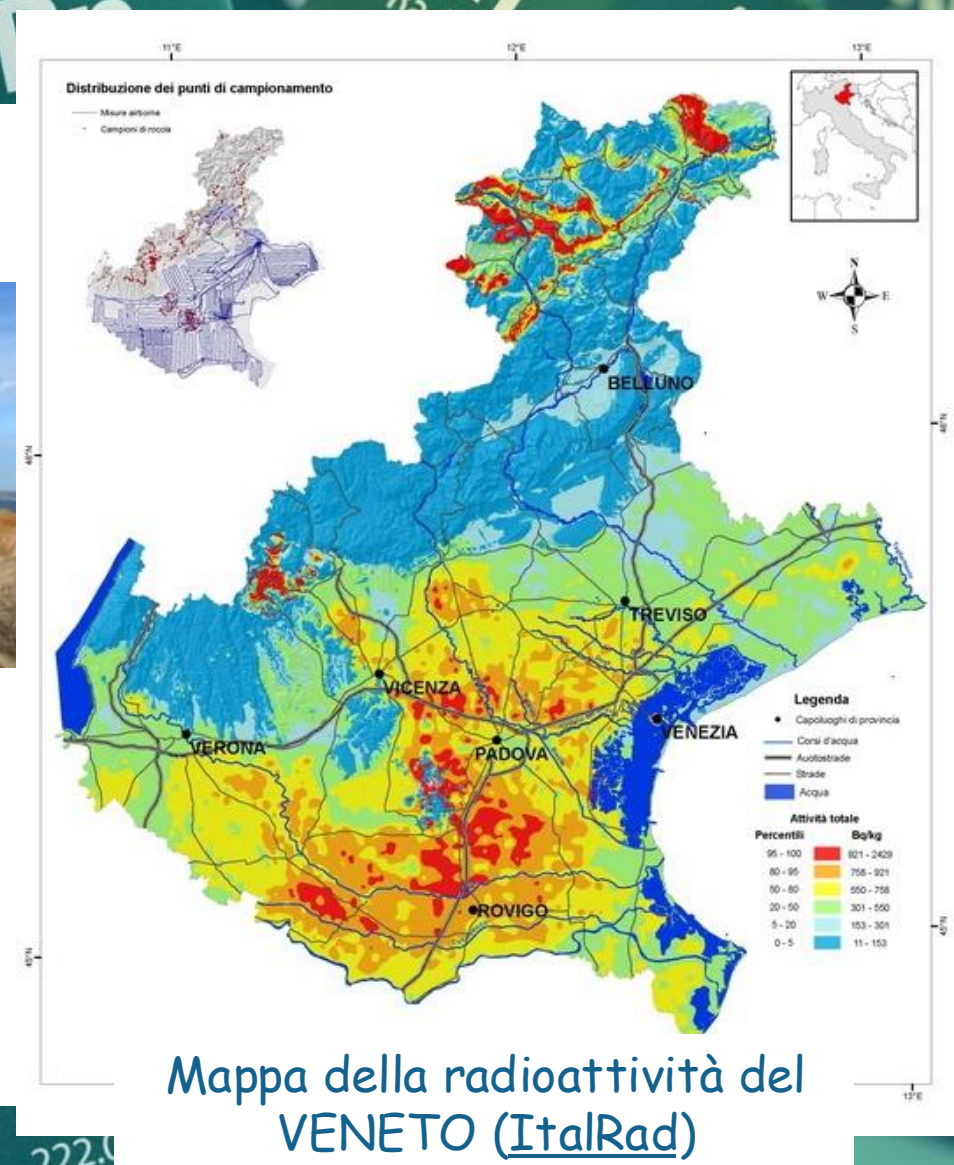
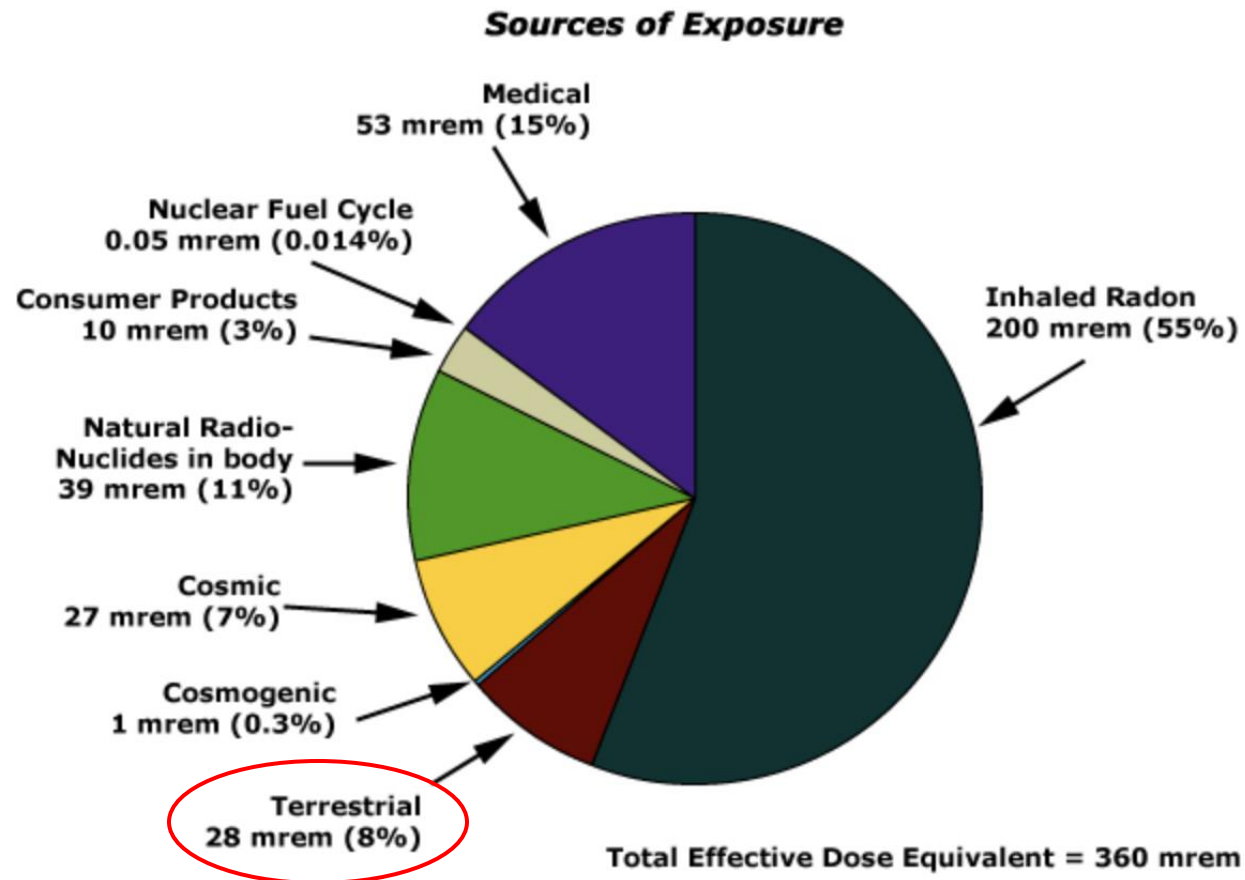
Circa 5000 decadimenti di ^{40}K avvengono ogni secondo nel corpo di una persona di 70 kg

Quali sono le sorgenti di radiazioni ionizzanti attorno a noi?

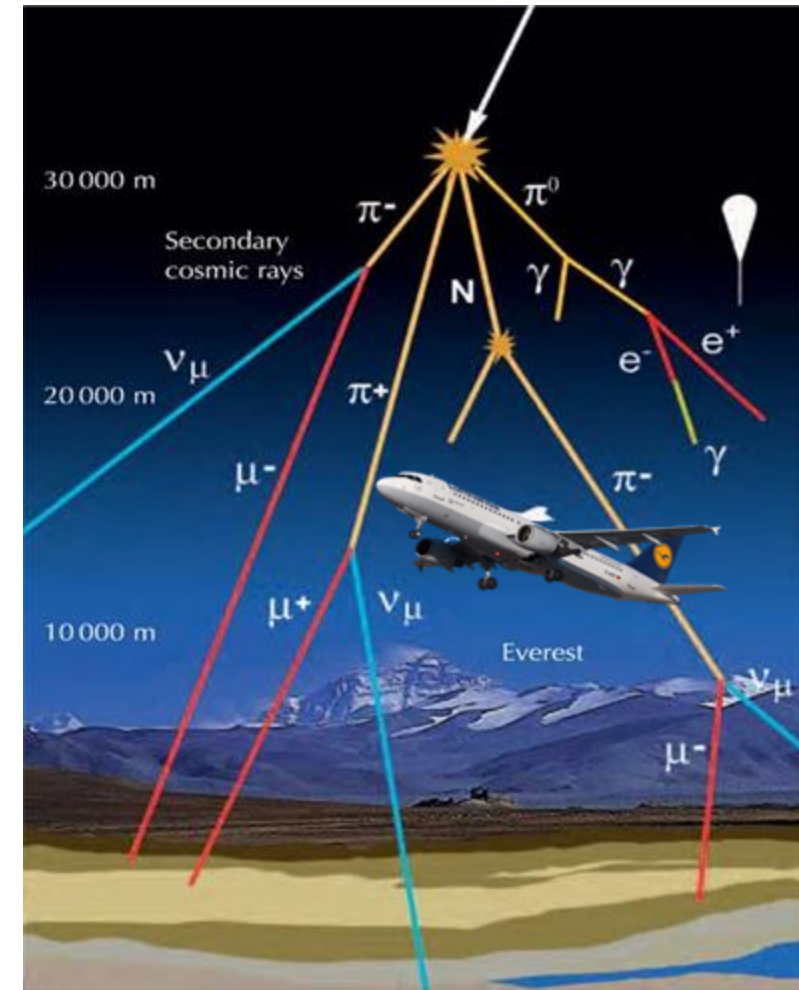
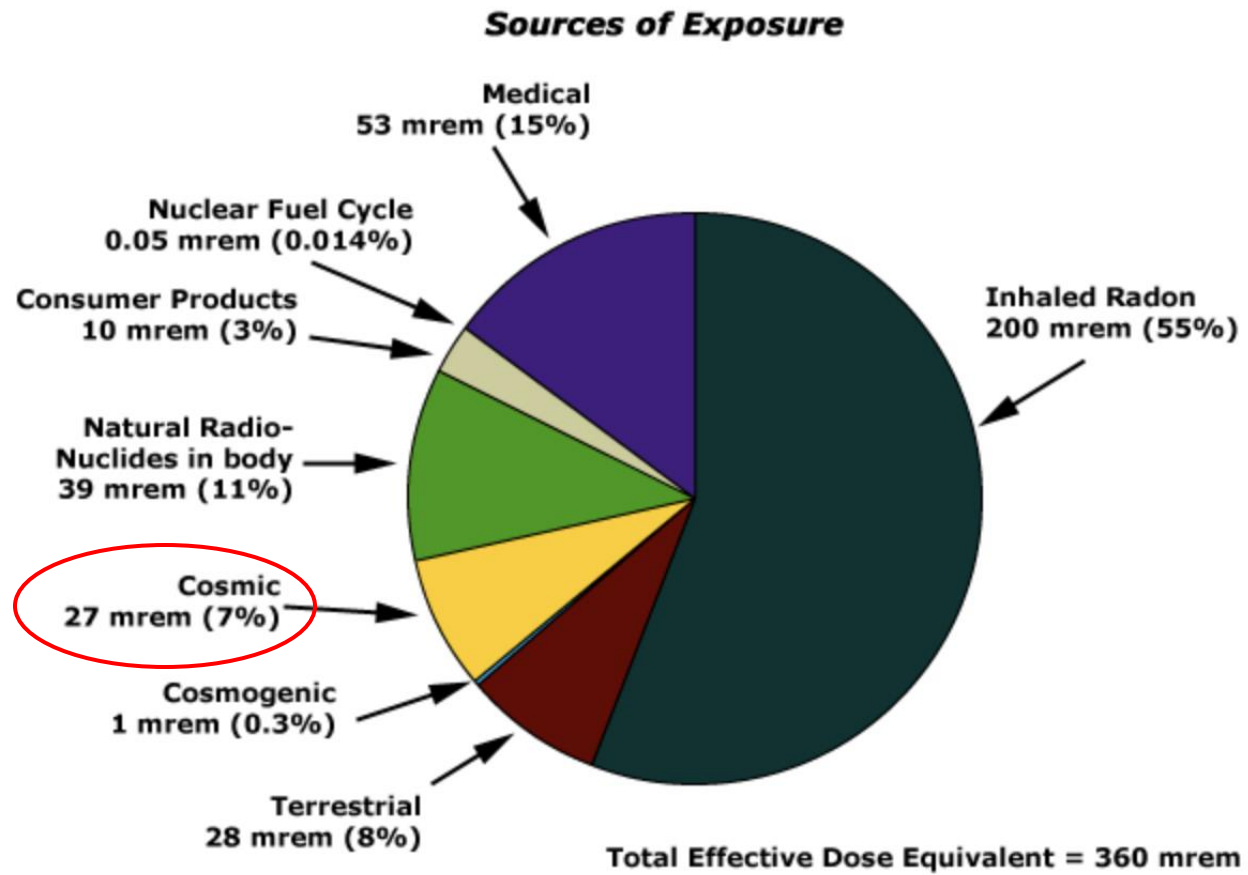


La radioattività media della crosta terrestre è circa 1400 Bq/kg

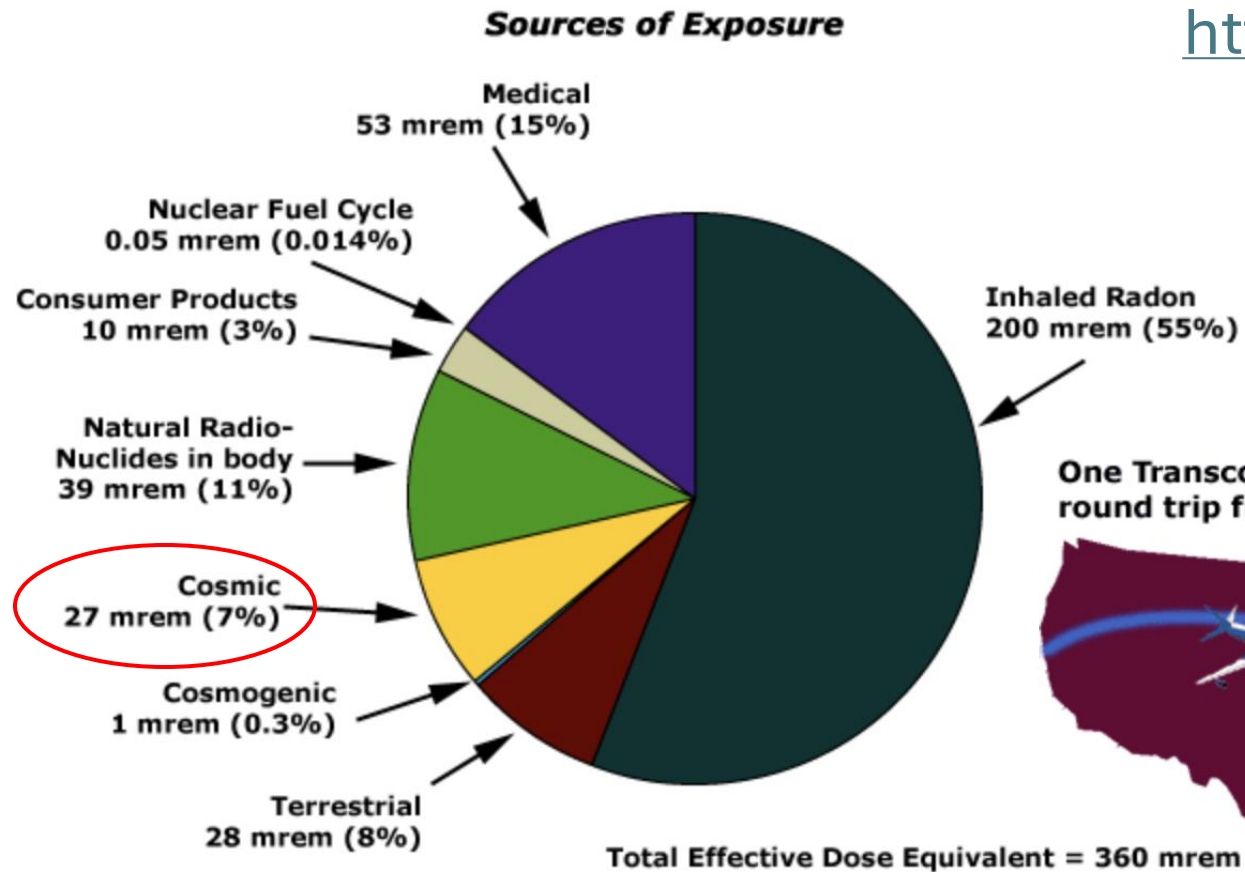
Quali sono le sorgenti di radiazioni ionizzanti attorno a noi?



Quali sono le sorgenti di radiazioni ionizzanti attorno a noi?



Quali sono le sorgenti di radiazioni ionizzanti attorno a noi?



<https://jag.cami.jccbi.gov/cariprofile.asp>



**FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION
OFFICE OF AEROSPACE MEDICINE
CIVIL AEROSPACE MEDICAL INSTITUTE**



These forms require a javascript enabled browser.

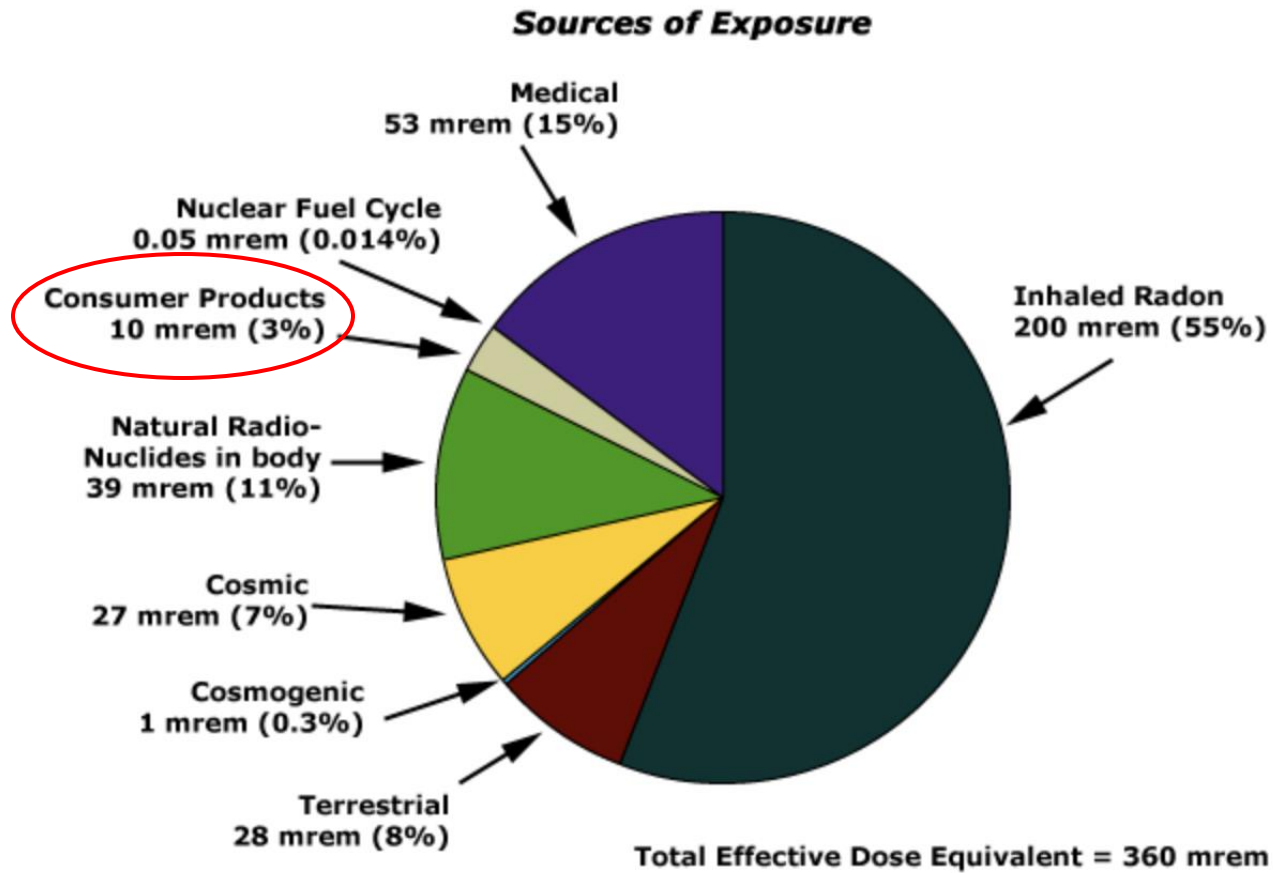
Left Click on HELP
For Instructions
[HELP](#)

Galactic Radiation Received In Flight

Enter Flight Data		
Date of Flight	05/2024	01/1995 = January 1995 00/1995 = Average for 1995
Origin Code	MXP	- Enter ICAO Code or Look Up Origin Code
Destination Code	NYC	- Enter ICAO Code or Look Up Destination Code
Number of en route altitudes	8	
Minutes to 1st en route altitude	8	
	Continue	On the next screen you will be asked for en route altitudes, flight times and time spent in final descent..

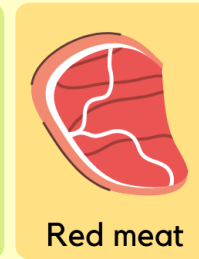
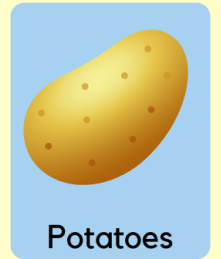
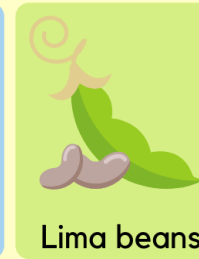


Quali sono le sorgenti di radiazioni ionizzanti attorno a noi?



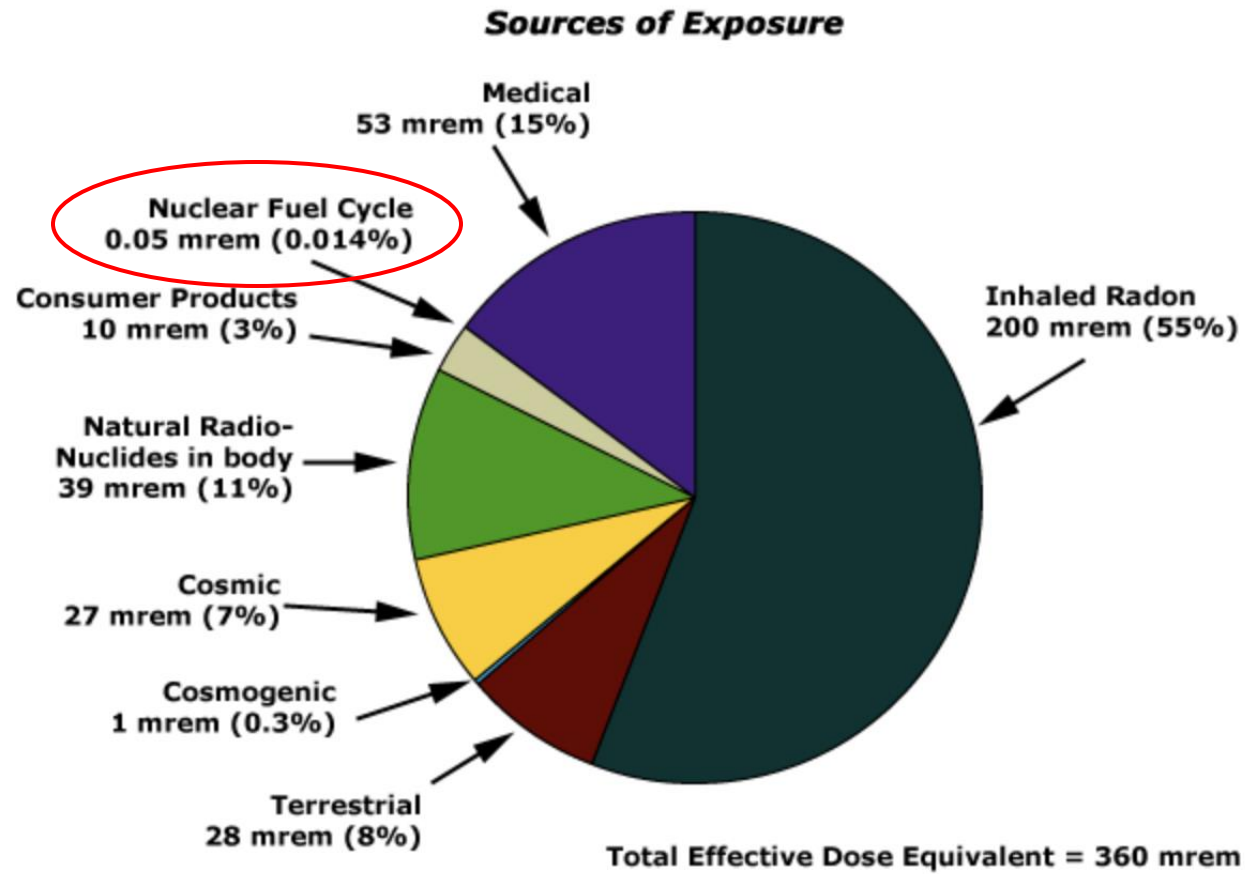
Naturally Radioactive Foods

These foods naturally contain low levels of radioactive isotopes.

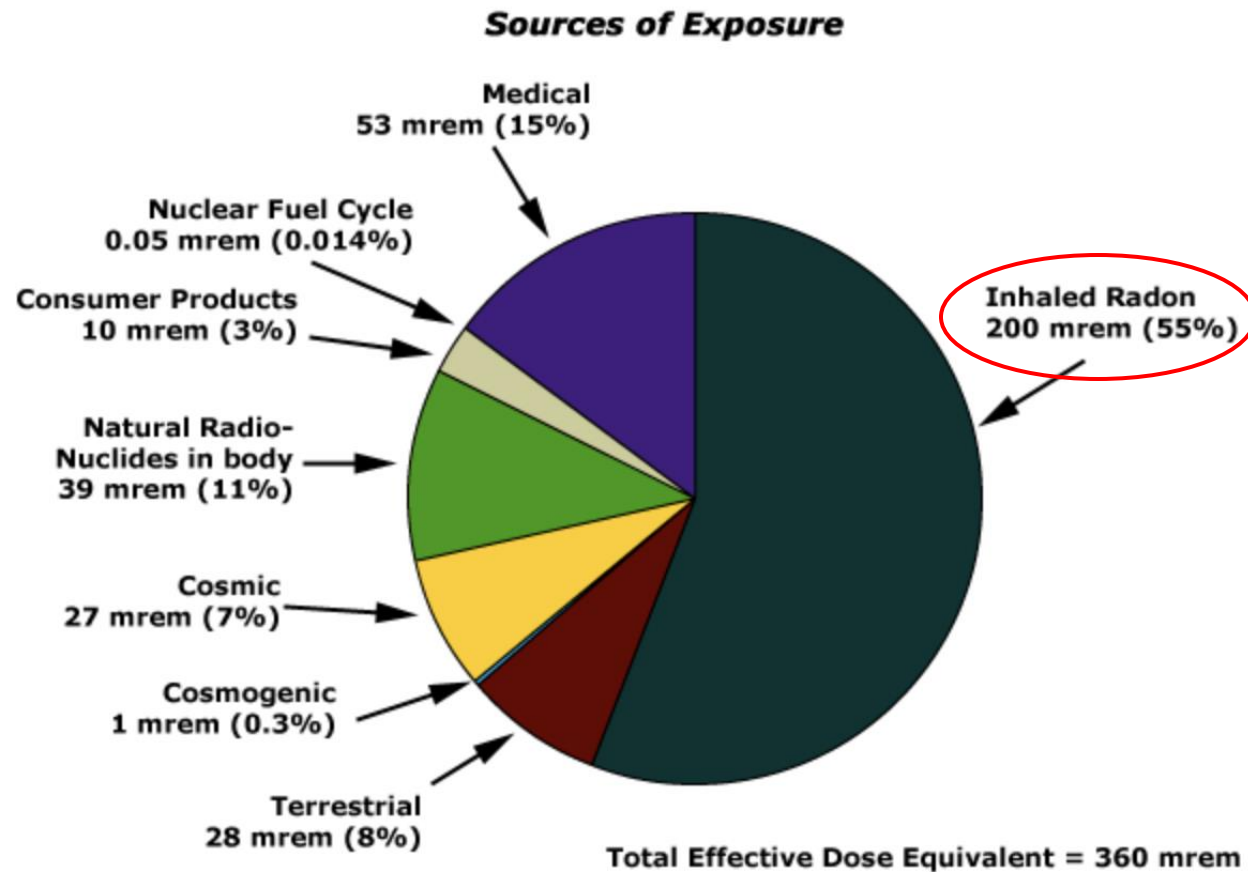


sciencenotes.org

Quali sono le sorgenti di radiazioni ionizzanti attorno a noi?



Quali sono le sorgenti di radiazioni ionizzanti attorno a noi?



QUIZ

13

[X

join my quiz.com • 24232682



Oggi è il RADON-DAY

131.29

86

$[\text{Xe}]4f^{14}5d^{10}6s^26p^6$

Rn

Melting point: -71°C

Boiling point: -61.8°C

RADON

Oggi è il RADON-DAY



Buon compleanno
MARIE CURIE

Oggi è il RADON-DAY



Buon compleanno
MARIE CURIE

Il **radon-day** è stato istituito
per sensibilizzare
l'opinione pubblica sul gas
radon (invisibile e inodore)
e sui **rischi** che comporta
per la **salute**

Oggi è il RADON-DAY



L'Europa accende un faro sul Radon: un gas invisibile, inodore e cancerogeno

Oggi è il RADON-DAY

“Il 7 novembre non è solo una ricorrenza scientifica: è l’occasione in cui istituzioni, università, associazioni e professionisti ricordano che il Radon è un problema reale e prevenibile. La scelta della data non è casuale: si celebra **Marie Curie**, simbolo di una scienza che indaga l’invisibile e lo rende comprensibile: [European Radon Day](#), Giornata europea del Radon.

E **invisibile** è proprio il Radon, gas nobile che proviene dal sottosuolo e si può accumulare in case, scuole e luoghi di lavoro. Non ha odore né colore, non dà segnali immediati, ma la ricerca è chiara: l’esposizione prolungata a concentrazioni elevate **aumenta il rischio di tumore al polmone**: il Radon è la [seconda causa di tumore ai polmoni](#) dopo il tabacco. Per questo la riduzione dell’esposizione è una misura di sanità pubblica ad alto impatto.”



It's European Radon Day!



Oggi è il RADON-DAY

INFN – Padova: QUIZ sul Radon-day → <https://wayground.com/join?gc=19533738>



Come si può ridurre la presenza di radon in casa?

Arieggiando spesso i locali

Accendendo il camino

Con candele profumate

nessuna delle precedenti

4/4



Perchè il 7 novembre è il Radon day?

È la data di nascita di Marie Curie

È il giorno in cui Albert Einstein ha scoperto il radio

Nessun delle precedenti

In omaggio a Oppenheimer

Oggi è il RADON-DAY

INFN – Padova: QUIZ sul Radon-day → <https://way>

1/4

DO YOU KNOW WHAT RADON IS?
Sai cos'è il RADON?
Wusst Dir was RADON ass?
Знаете ли вы что такое РАДОН?
Wat is het RADON?
Wie, co je radon?

Cos'è il radon?

1 Un minerale

2 **Un gas nobile radioattivo**

3 nessuna delle interiori

4 Un inquinante inventato da Internet

3/4

Come si può ridurre la presenza di radon in casa?

Arieggiando spesso i locali

Accendendo il camino

Con candele profumate

nessuna delle precedenti

1

Causa allergie primaverili

2

È la data di nascita di Marie Curie

Answer Explanation



Il Radon Day è una giornata di sensibilizzazione per aumentare la consapevolezza sulla radioattività ambientale. Per conoscere il radon, i rischi che comporta e come prevenirli.

Ecco il RADON

Radon

atomic
number

86

(222)

atomic weight

symbol

Rn



crystal structure

electron
configuration

[Xe]4f¹⁴5d¹⁰6s²6p⁶

physical state
at 20 °C (68 °F)

name

radon



Noble gases

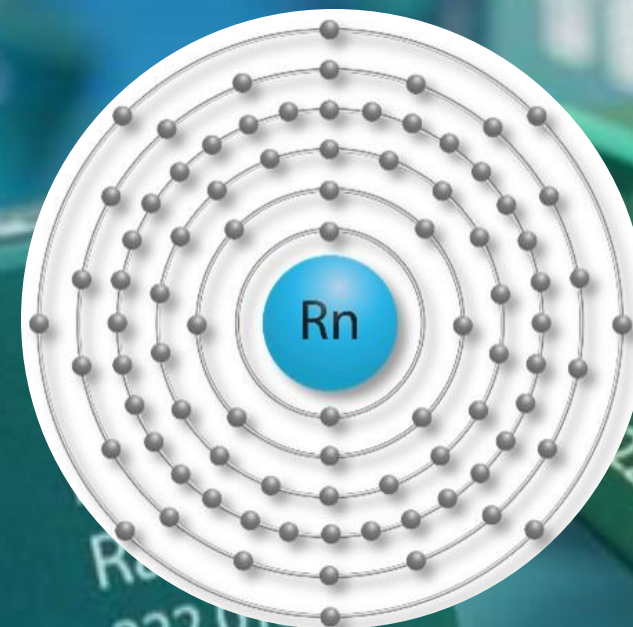
..... Gas



Face-centred cubic

() indicates the mass of the longest-lived isotope.

© Encyclopædia Britannica, Inc.



Da dove viene?

Radioattività primordiale

esistente già prima della creazione della Terra

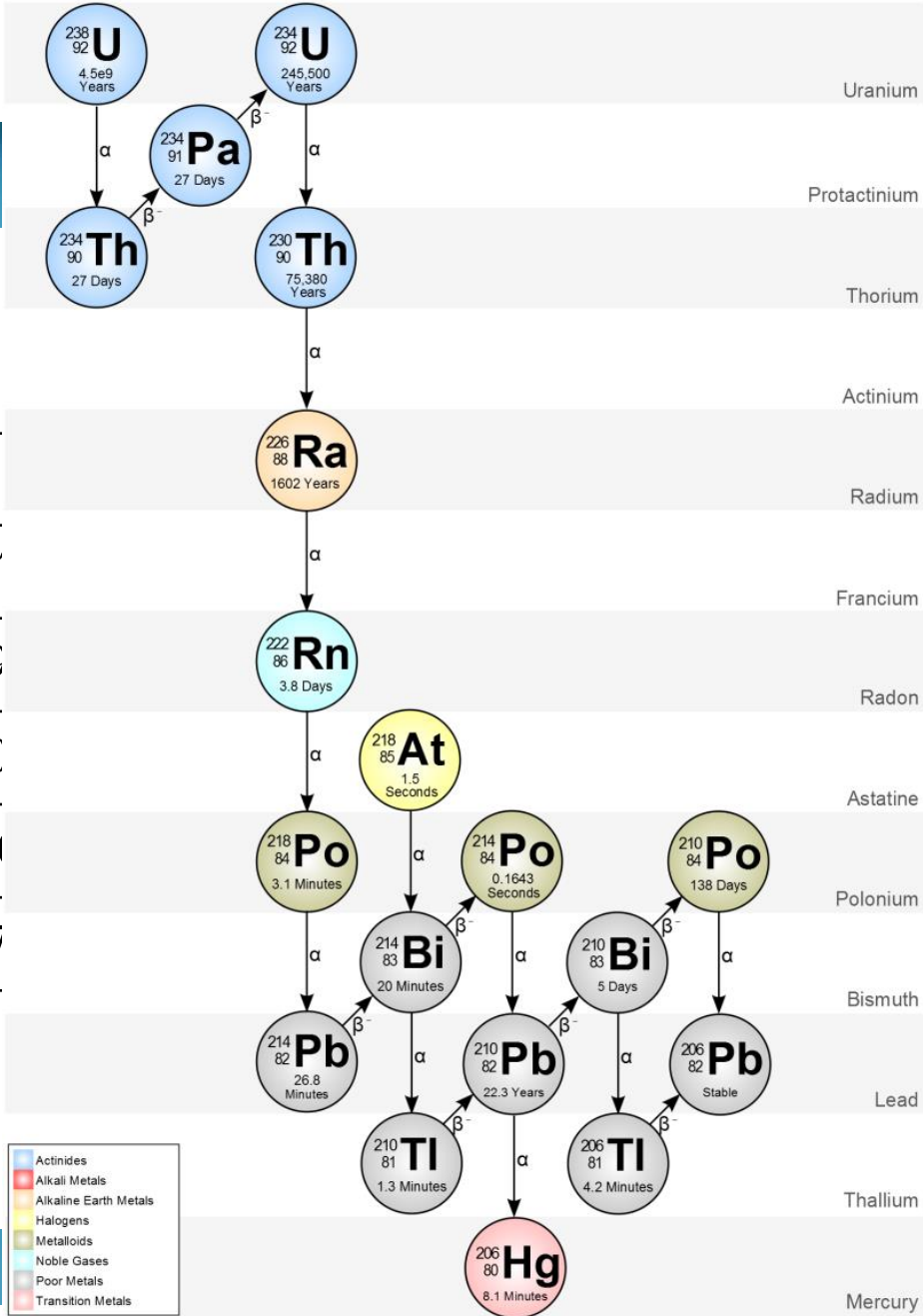
Nuclide	Tempo di dimezzamento	Abbondanza isotopica naturale
^{235}U	$7.04 \times 10^8 \text{ yr}$	0.7% dell' uranio totale
^{238}U	$4.47 \times 10^9 \text{ yr}$	99.3% dell' uranio totale
^{232}Th	$1.41 \times 10^{10} \text{ yr}$	100% del torio totale
^{40}K	$1.28 \times 10^9 \text{ yr}$	0.012% del potassio totale
^{87}Rb	$4.75 \times 10^{10} \text{ yr}$	48.1% del rubidio totale



Radioattività primordiale

esiste

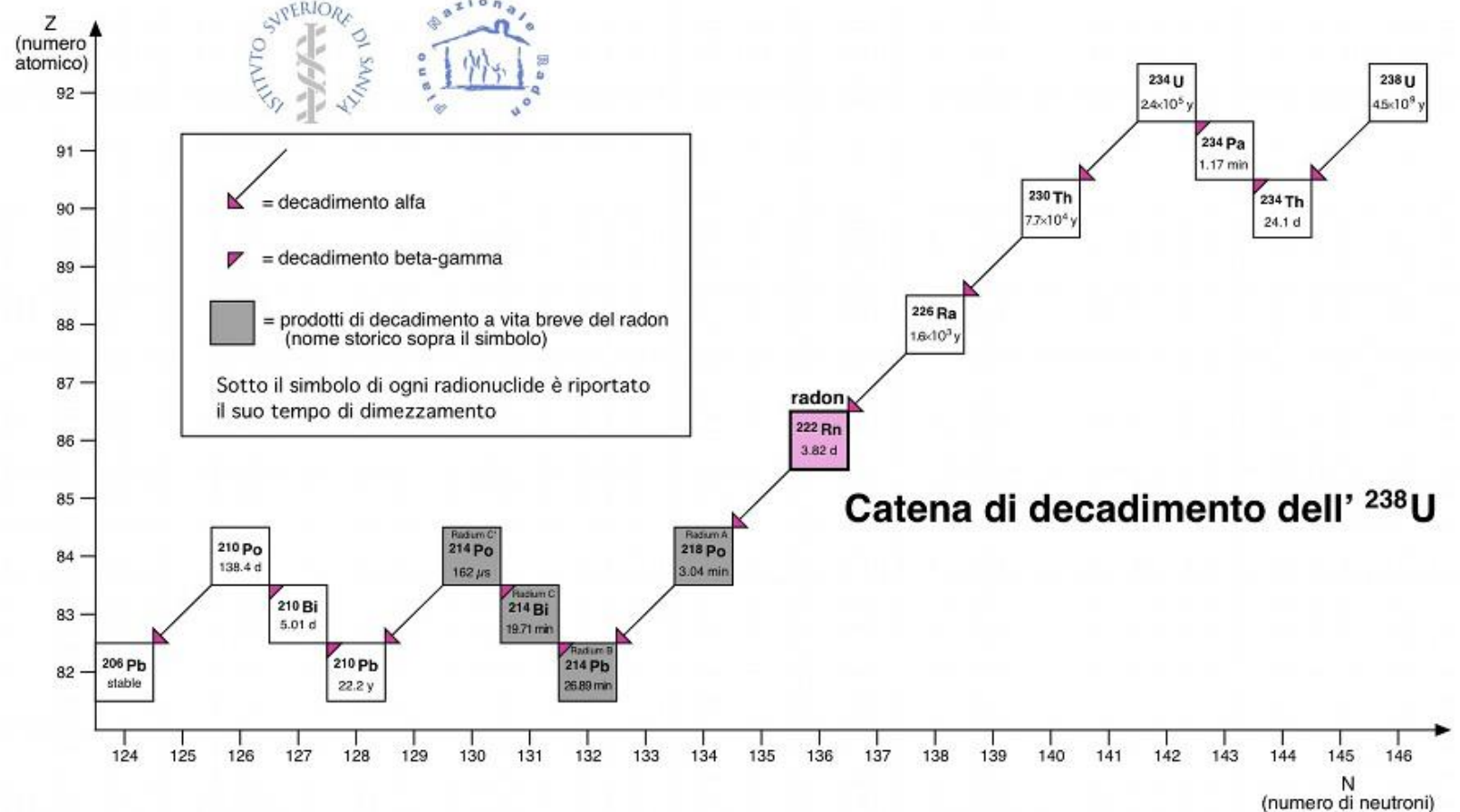
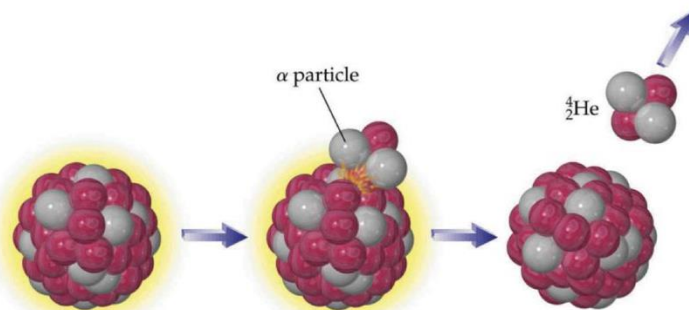
Nuclide	Tempo di dimezzamento	
^{235}U	$7.04 \times 10^8 \text{ yr}$	0.7
^{238}U	$4.47 \times 10^9 \text{ yr}$	99.3
^{232}Th	$1.41 \times 10^{10} \text{ yr}$	100
^{40}K	$1.28 \times 10^9 \text{ yr}$	0.012
^{87}Rb	$4.75 \times 10^{10} \text{ yr}$	27



Catena di decadimento del Uranio-238

Il Radon è un gas; dopo essersi formato all'interno delle rocce, può uscire (porosità delle rocce) ed essere respirato

Entrando nei nostri polmoni può raggiungere parti meno protette del nostro corpo. Inoltre i suoi figli possono fare anche danni di tipo chimico

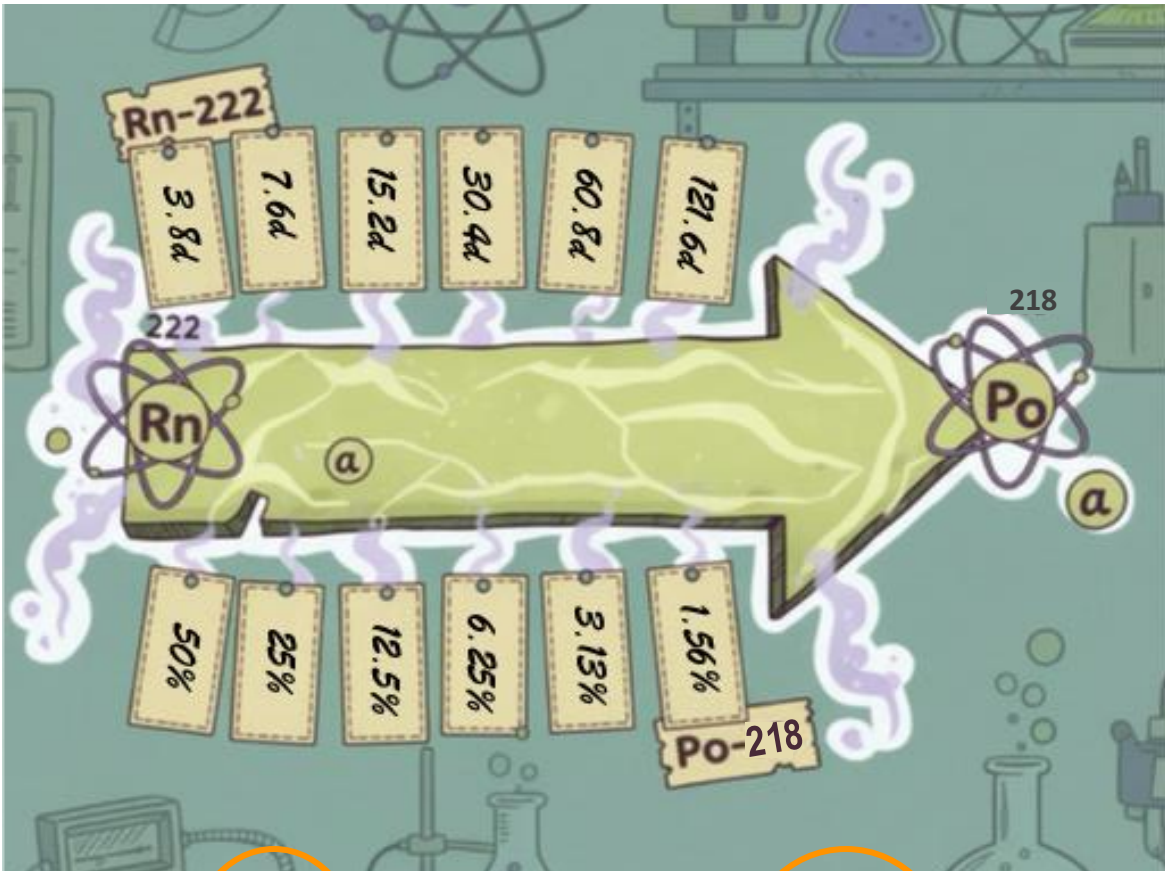




Dopo quanto tempo si esaurisce il radon messo dentro un recipiente sigillato?

Il radon non "si esaurisce", ma la sua concentrazione diminuisce gradualmente a causa del decadimento radioattivo ($\tau_{1/2} \sim 3,8d$).

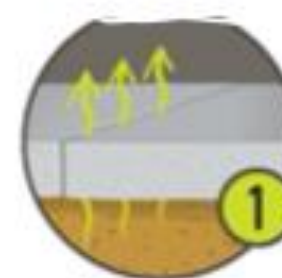
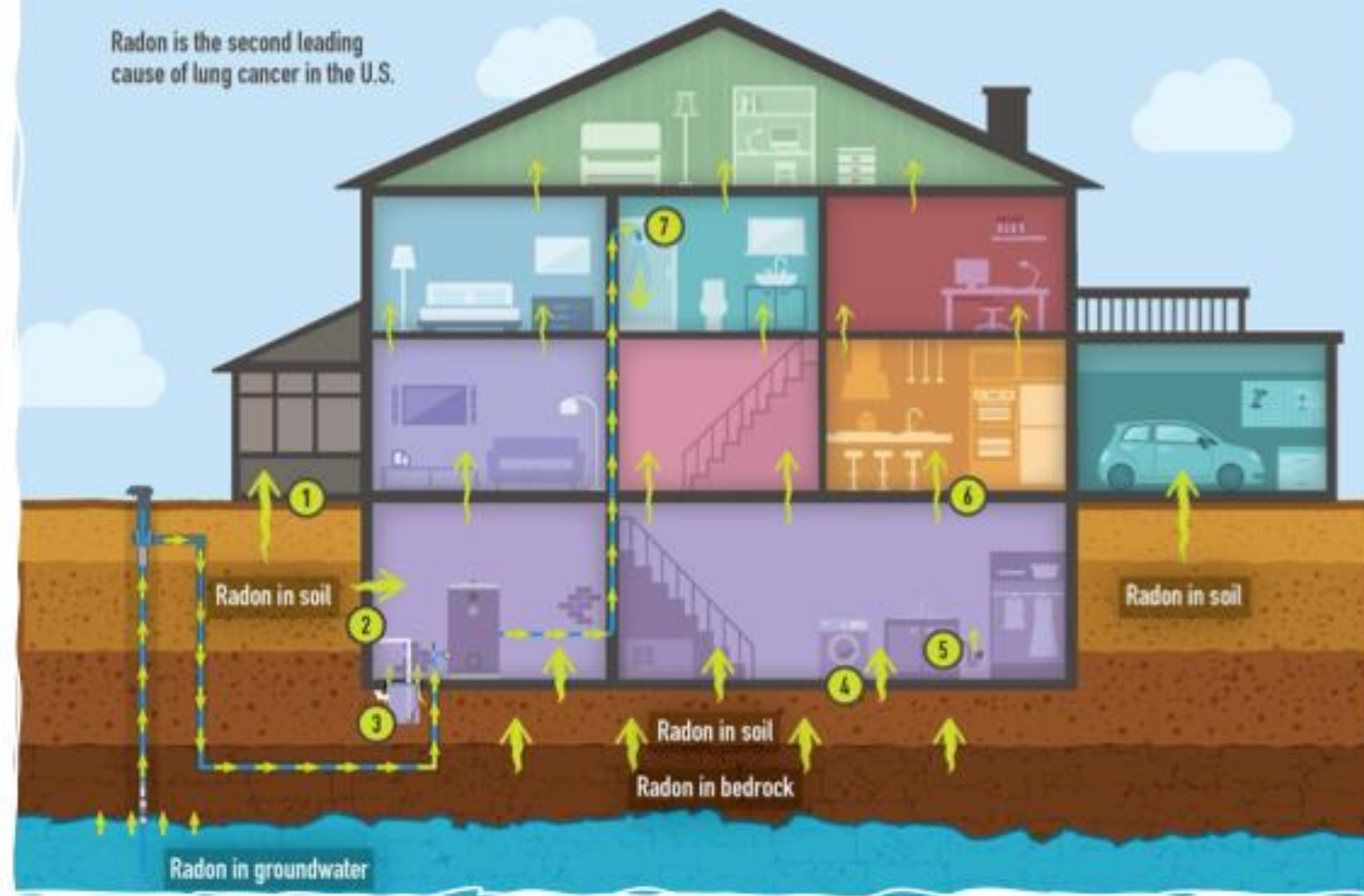
7 cicli di decay $\rightarrow 1\%$
10 cicli di decay $\rightarrow 1\text{‰}$



Rn	100%	50%	25%	12.5%	6.25%	3.13%	1.56%	0.78%	0.39%	0.195%	0.098%
t(d)	0	3.8	7.6	15.2	30.4	60.8	121.6	243.2	486.4	972.8	1945.6

Gets into Your Home

Radon is the second leading cause of lung cancer in the U.S.



Construction joints



Gaps around service pipes



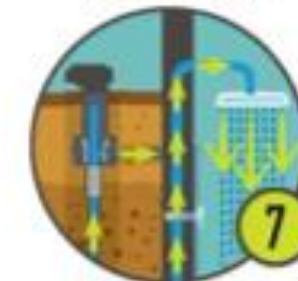
Cavities and cracks inside walls



Gaps in suspended floors



Sump pump



Private wells and groundwater supplies*



Cracks in solid floors

* High radon levels in the water supply are more likely when its source is groundwater such as private wells or a public water supply system that uses groundwater. Most public water supplies are sourced from surface water (lakes,





1895: Röntgen scopre i raggi X, facendo esperimenti con tubo catodico

Röntgen si accorse che inserendo un oggetto tra l'emettitore dei raggi X e una lastra fotografica era possibile fissare le immagini ottenute, e conservarle nel tempo.





1896: Becquerel scopre la radioattività

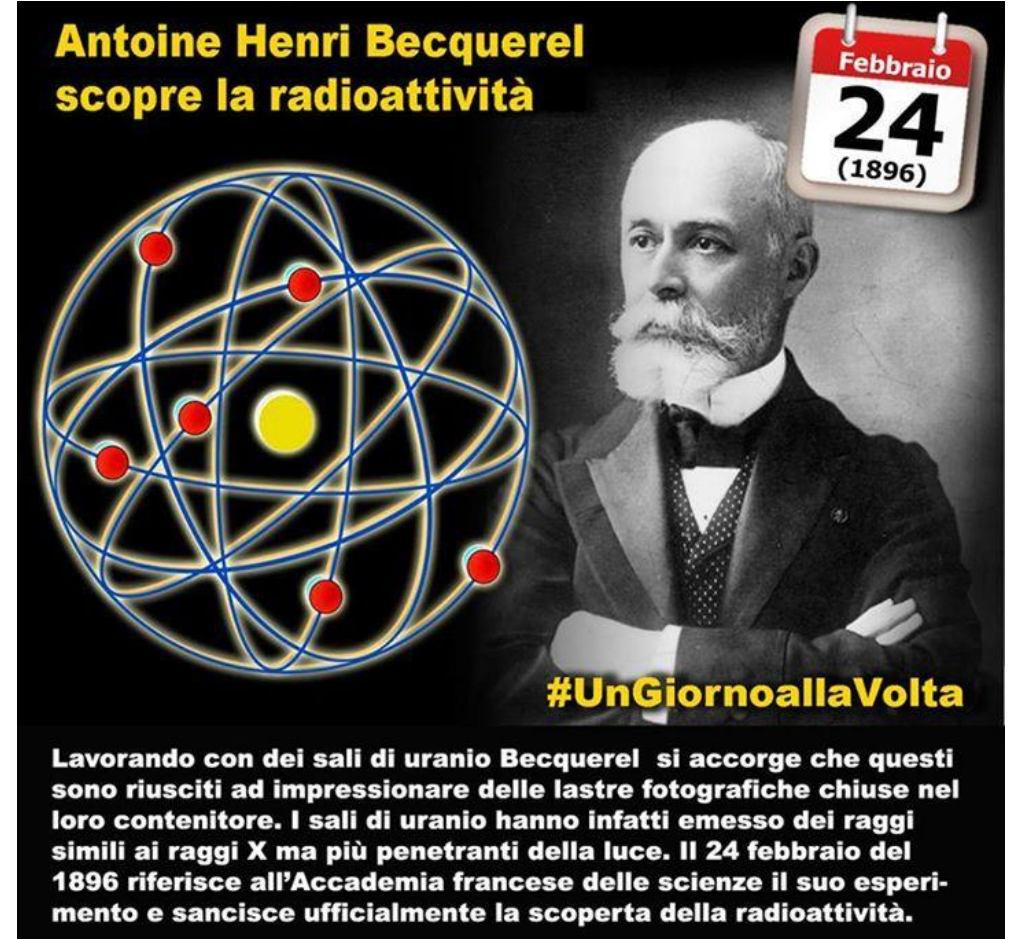
studiando la **fluorescenza dei sali di uranio**,
quando scoprì che questi emettevano
spontaneamente raggi di natura ignota, in grado di
impressionare una lastra fotografica.

**Antoine Henri Becquerel
scopre la radioattività**

Febbraio
24
(1896)

#UnGiornoallaVolta

Lavorando con dei sali di uranio Becquerel si accorge che questi sono riusciti ad impressionare delle lastre fotografiche chiuse nel loro contenitore. I sali di uranio hanno infatti emesso dei raggi simili ai raggi X ma più penetranti della luce. Il 24 febbraio del 1896 riferisce all'Accademia francese delle scienze il suo esperimento e sancisce ufficialmente la scoperta della radioattività.

A composite image featuring a diagram of an atom on the left, with a yellow nucleus and red electrons on blue elliptical orbits, and a portrait of Antoine Henri Becquerel on the right. A calendar icon in the top right corner shows the date February 24, 1896.

FUN FACTS

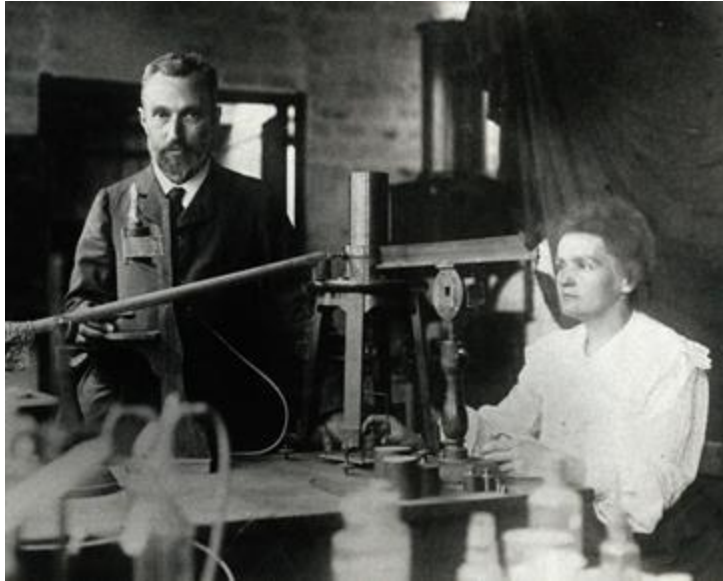
☢ Errore felice

Becquerel **scoprì la radioattività per caso**, perché una giornata nuvolosa gli impedì di condurre un esperimento al sole; lasciò invece le lastre fotografiche nel cassetto, dove vennero comunque impressionate dal minerale di uranio!



Scoperta della radioattività

Curie



1900-1908: Marie Curie scopre il **radio** e il **polonio** e sviluppa metodi efficaci per separare il radio dai minerali di uranio.



Nei suoi esperimenti notò che la **pechblenda**, minerale contenente soltanto piccole quantità di sali di uranio, manifestava una **radioattività maggiore di quella dei sali di uranio**: ne dedusse la presenza di qualche specie chimica ignota. Con vari procedimenti chimici riuscì a separare il **polonio** e il **radio** la cui radioattività risultava rispettivamente 400 e 1.000.000 di volte superiore a quella dei sali di uranio puri.

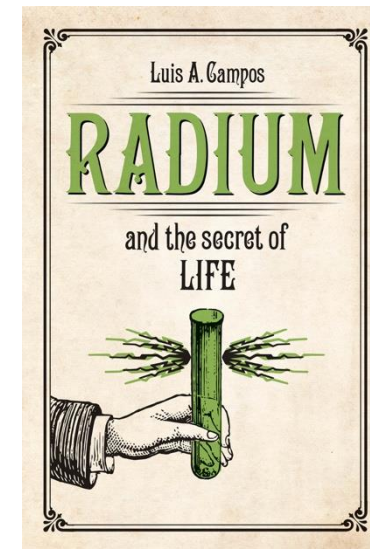


FUN FACTS

💡 Il radio brilla al buio!



Nei primi anni del Novecento, il **radio veniva usato in vernici per quadranti di orologi**, perché la luce blu-verde che emetteva era visibile al buio. (Purtroppo le “**Radium Girls**” che li producevano si ammalarono gravemente a causa dell’esposizione.)



👩 Marie Curie portava sempre il radio con sè!

Conservava una **fialetta di radio nel cassetto della scrivania** perché “emetteva una luce bellissima”. Oggi, i suoi **quaderni** e i suoi oggetti personali sono **ancora radioattivi** e devono essere conservati in contenitori di piombo.

FUN FACTS: applicazioni dei primi del '900



CERTIFICATE

SHOE-FITTING TEST DATA FOR _____

1. **ANKLE ROLL** GOOD ☐ FAIR ☐ POOR ☐

2. **WEIGHT DISTRIBUTION**

40%
60%
RIGHT WAY

LEFT
_____% BALL
_____% OUTER
_____% HEEL

RIGHT
_____%
_____%
_____%

70%
30%
WRONG WAY

WEIGHT DISTRIBUTION TEST

3. **X-RAY FITTING TEST**

RIGHT WAY X-RAY TEST WRONG WAY

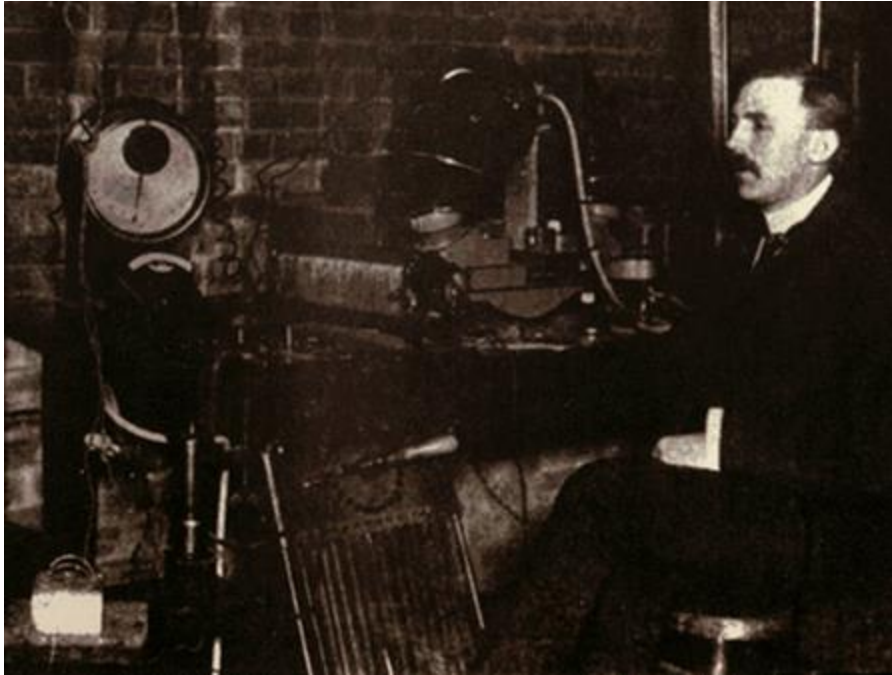
LEFT
☐ GOOD
☐ FAIR
☐ POOR

RIGHT
☐
☐
☐

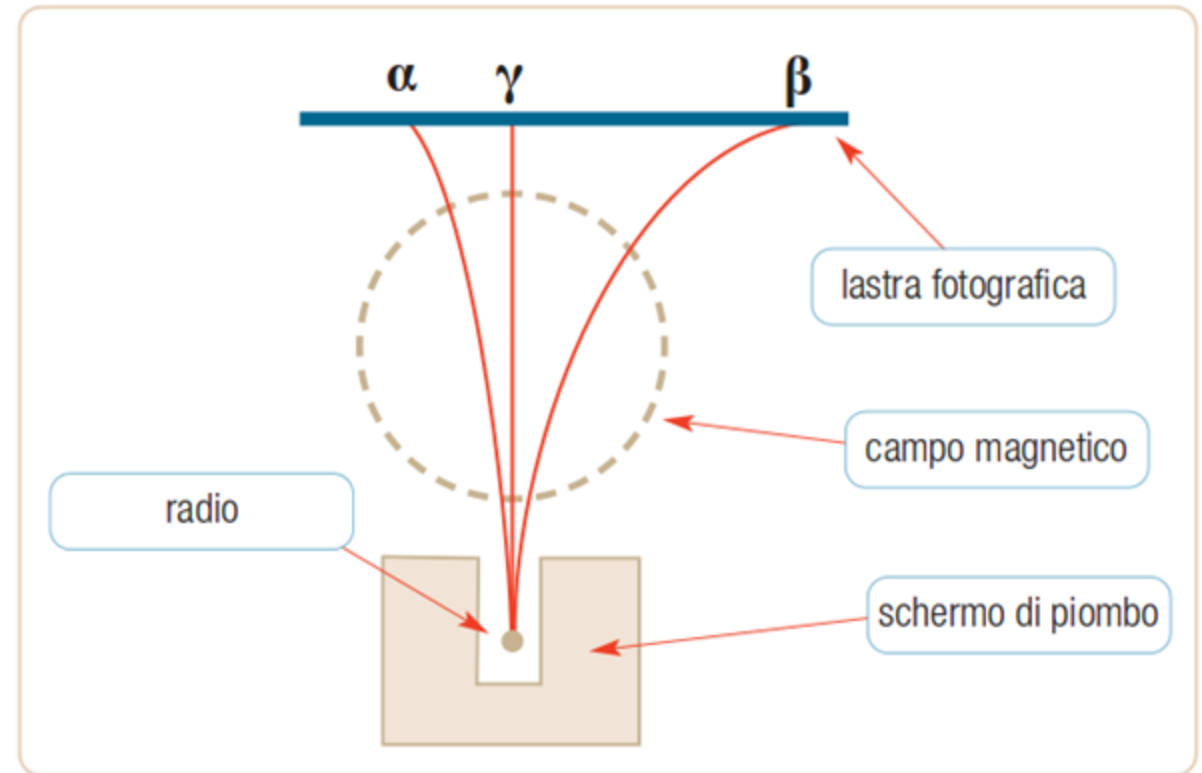
This scientific way of approaching the problem of poorly-fitted shoes eliminates guesswork. Now you can see for yourself!

Scoperta della radioattività

Rutherford



1897: Rutherford scopre i **raggi alfa**, **beta** e **gamma**



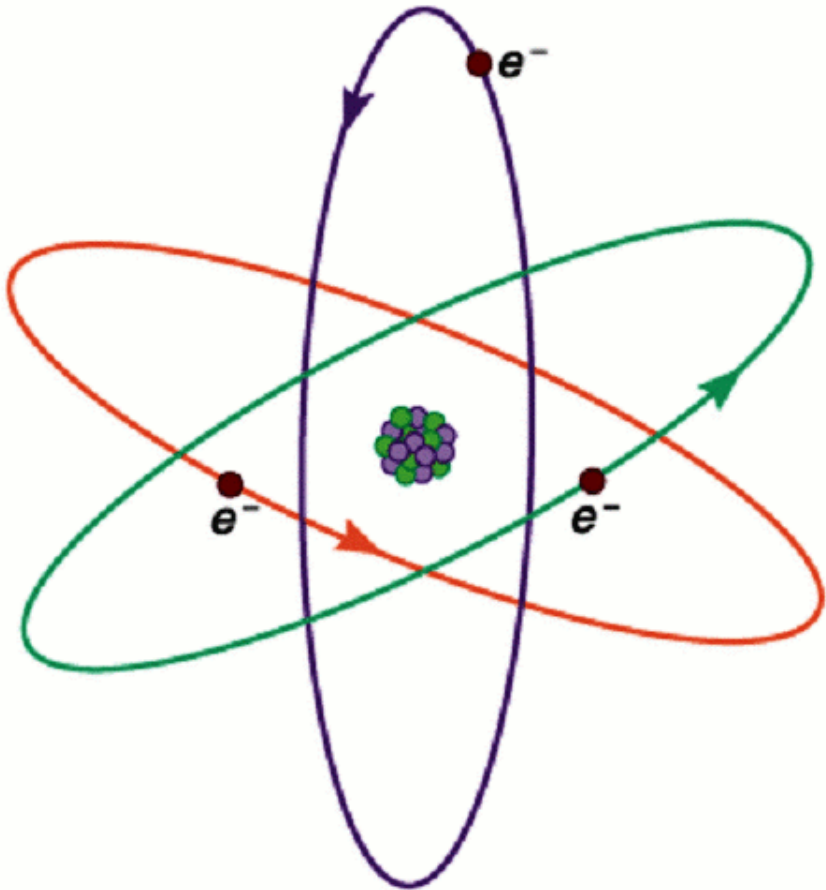
$\beta \rightarrow$ hanno carica negativa

$\alpha \rightarrow$ hanno carica positiva e sono più pesanti delle β

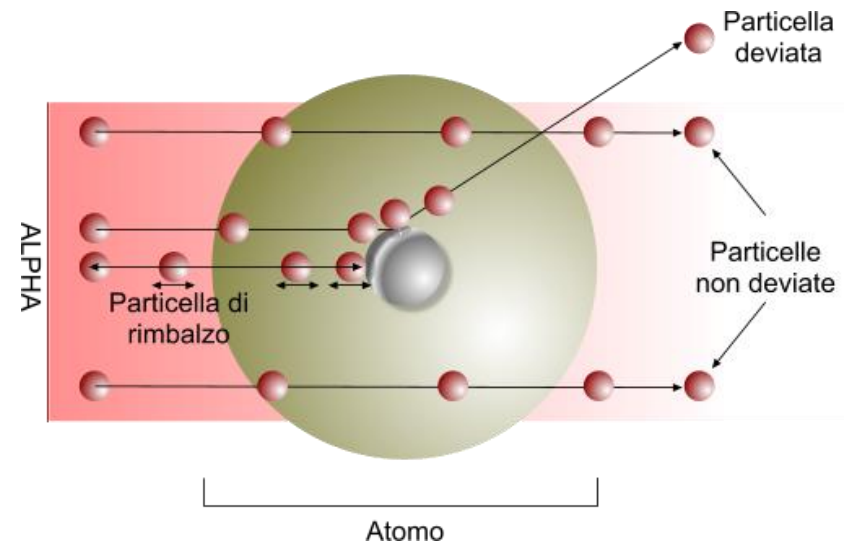
$\gamma \rightarrow$ sono elettricamente neutri

Scoperta della radioattività

Rutherford



1897: Rutherford scopre i raggi alfa, beta e gamma



1911: Rutherford propone il suo modello nucleare dell'atomo

FUN FACTS





1934: Irène Joliot-Curie e Frédéric Joliot scoprirono la **radioattività artificiale**

➤ cioè rendere radioattivi elementi stabili bombardandoli con particelle

- ✓ Medicina nucleare
- ✓ Produzione di isotopi
- ✓ Centrali nucleari

Esempi di RADIAZIONI

Energia



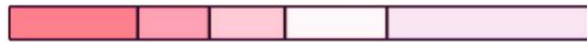
Frequenze in Hz

10^0 10^2 10^4 10^6 10^8 10^{10} 10^{12} 10^{14} 10^{16} 10^{18} 10^{20} 10^{22} 10^{24} 10^{26}



Basse frequenze

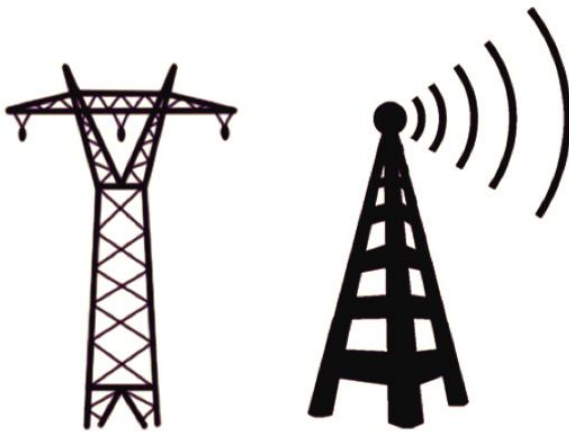
Alte frequenze



Onde lunghe, medie, corte, ultracorte, microonde



Luce infrarossa - visibile - ultravioletta



Elettrodotti

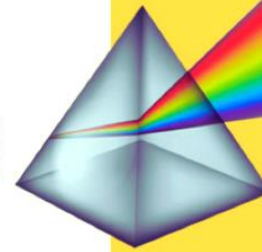
Radio



Telefono cellulare



Calore



Luce



Radiografia



Radioattività

Raggi X

Raggi gamma

Radiazioni
secondarie
di quota

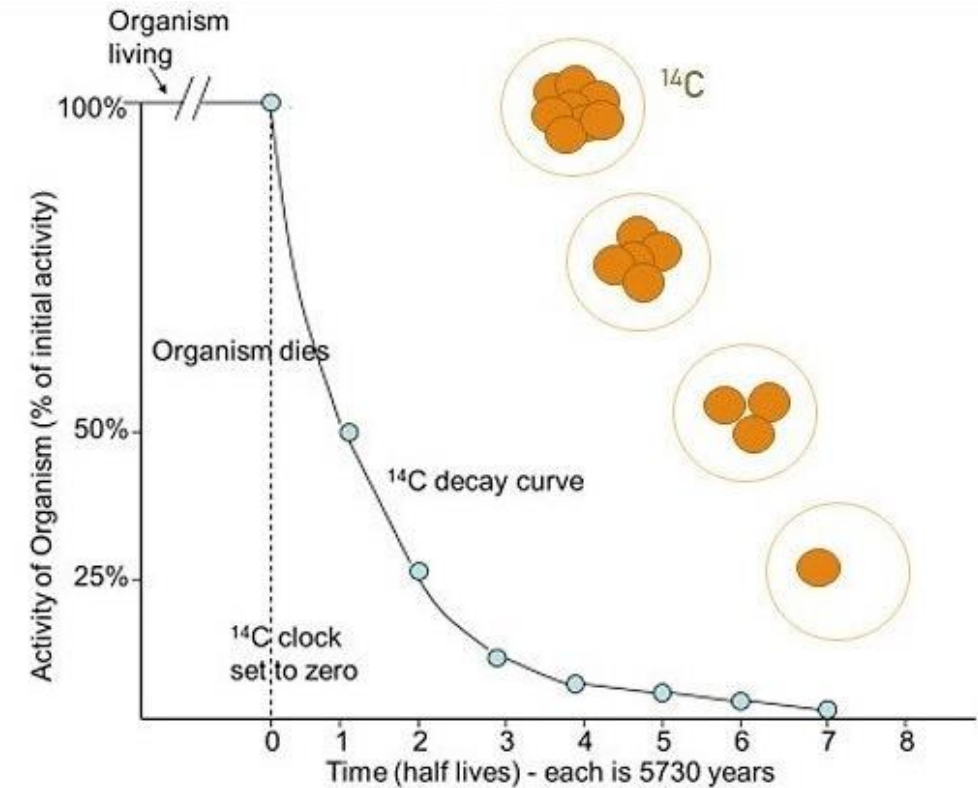
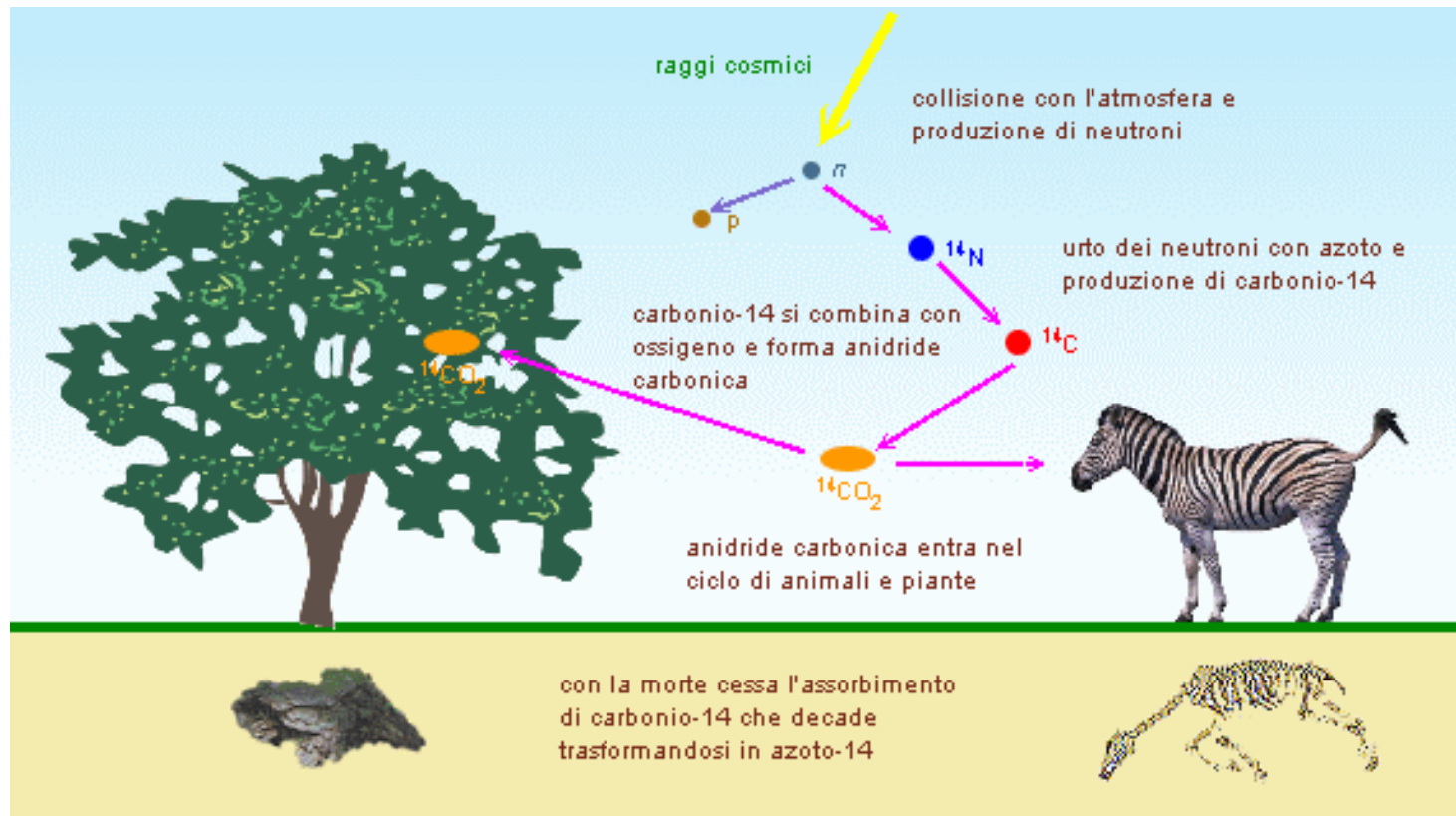
Non ionizzante

Ionizzante

Applicazioni

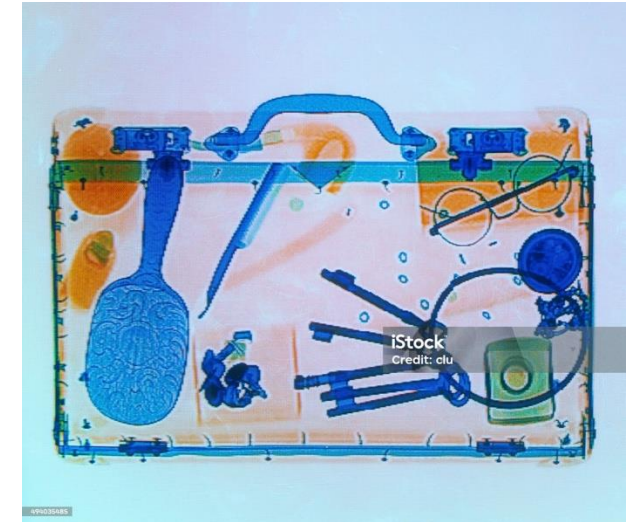


Applicazioni: Datazione con il ^{14}C



Applicazioni industriali

- ✓ **Controlli Non Distruttivi (CND): raggi X, gamma e beta**
→ ispezionare materiali, saldature e componenti senza danneggiarli, rilevando difetti interni.
- ✓ **Sicurezza:** raggi X → controllo dei bagagli negli aeroporti.
- ✓ **Sterilizzazione:** raggi γ → ~ 40-50% sterilizzazione di dispositivi medici monouso e di prodotti farmaceutici
- ✓ **Produzione di Energia** (centrali nucleari - fissione nucleare)
- ✓ **Rilevamento Incendi e Elettrostatica:** α → alcuni tipi di rilevatori di fumo e in impianti per il controllo dell'elettrostatica.



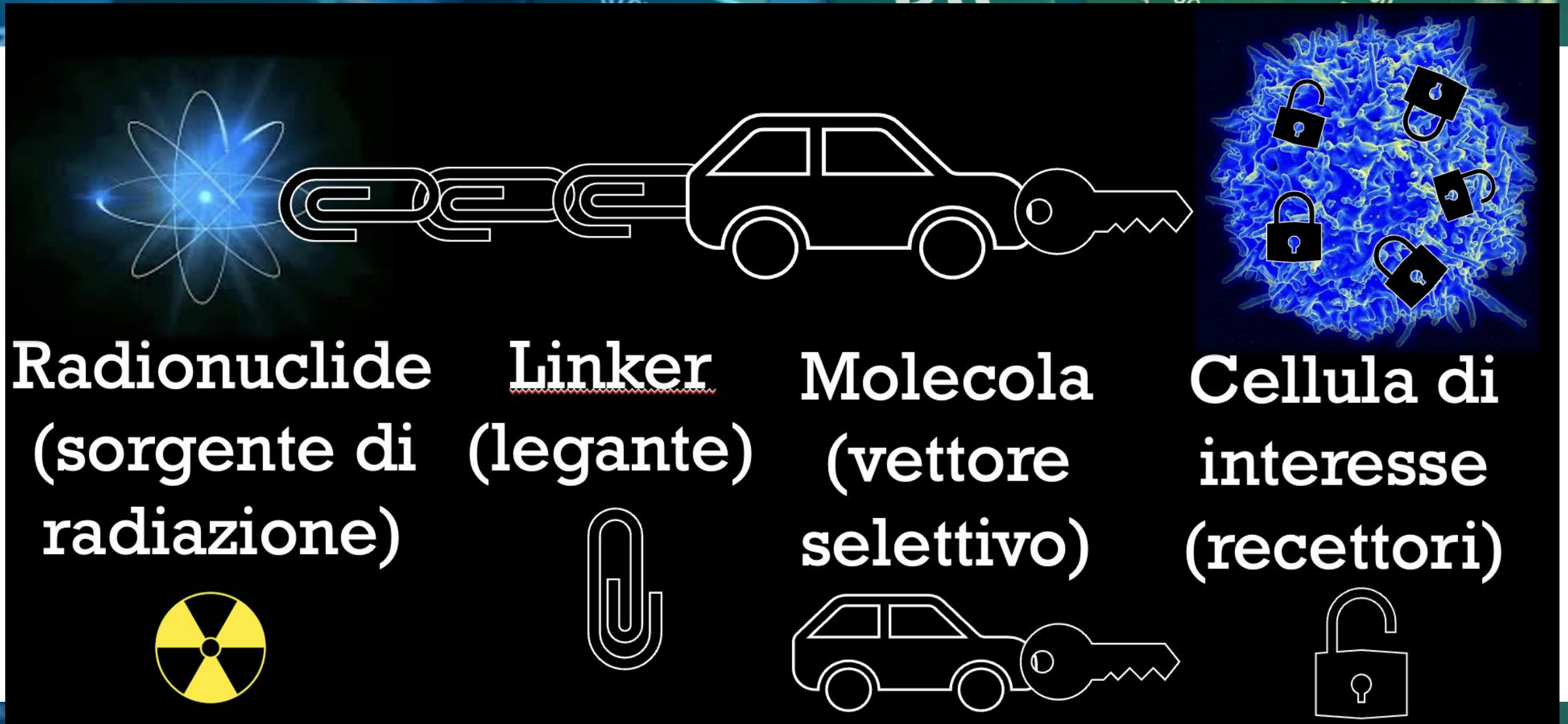
Applicazioni in medicina

- ✓ **Diagnostica per immagini:** I raggi X sono ampiamente utilizzati in radiologia, tomografia computerizzata (TC) e mammografia per produrre immagini dettagliate delle strutture interne del corpo e facilitare la diagnosi.
- ✓ **Medicina Nucleare:** Vengono impiegati traccianti radioattivi per diagnosticare patologie e monitorare le funzioni degli organi.
- ✓ **Radioterapia:** Dosi controllate di radiazioni ionizzanti sono utilizzate per distruggere le cellule tumorali nel trattamento del cancro.

Positron Emission Tomography (PET)



Positron Emission Tomography (PET)





AND

LOVE

RADIOACTIVITY

[illegible]

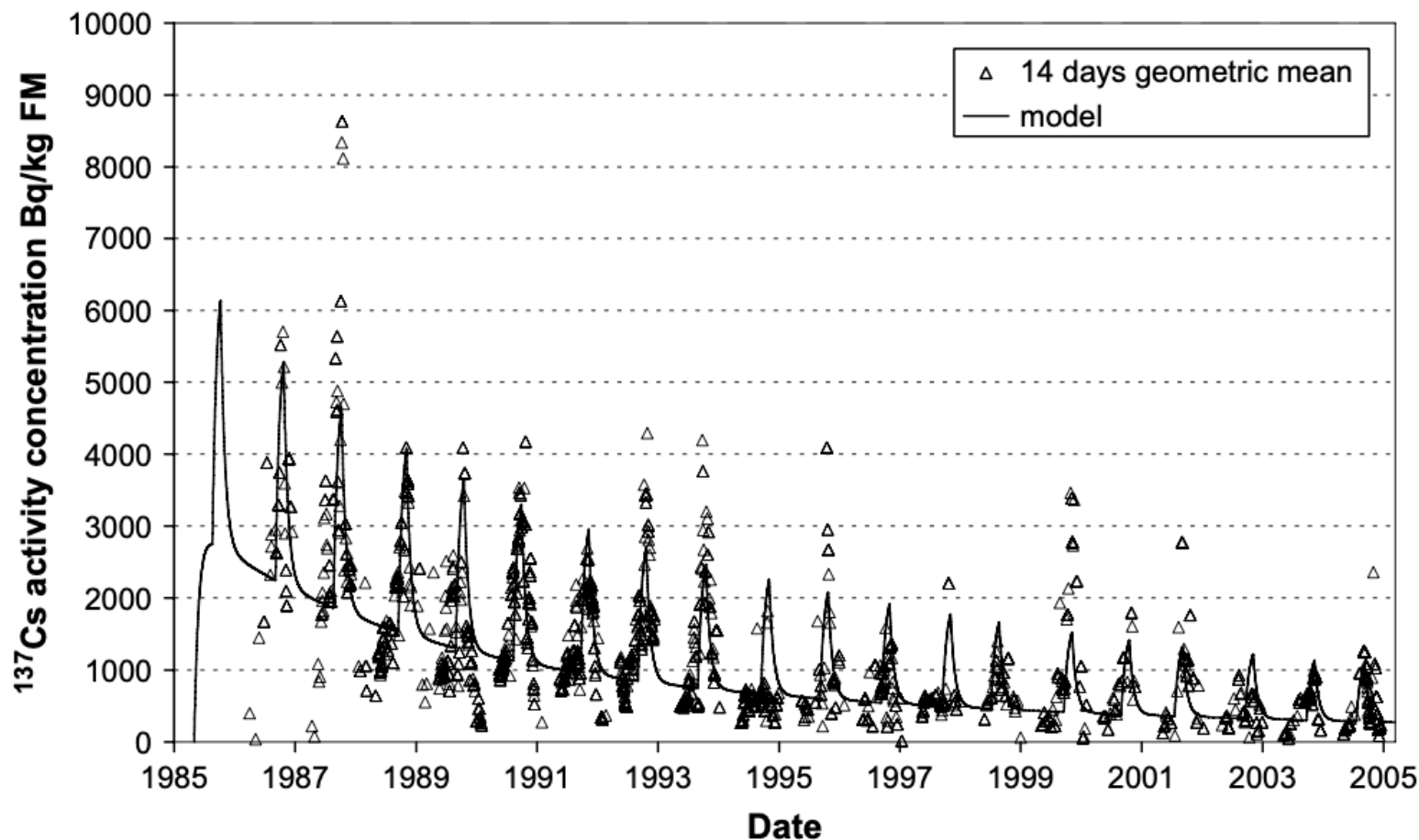
DIARIO di BORDO



QUALCHE ALTRA CURIOSITÀ

Misure di radioattività uno studio sui caprioli

Studio su circa 20 anni



Seasonality of ^{137}Cs in roe deer from Austria and Germany

U. Fielitz^a, E. Klemt^b, F. Strebl^c, F. Tataruch^d, G. Zibold^{b,*}

^a Environmental Studies, Thomasberg 33, D-37115 Duderstadt, Germany

^b Hochschule Ravensburg-Weingarten, University of Applied Sciences, Doggenried Str., D-88250 Weingarten, Germany

^c Div. Radiation Safety and Applications, Austrian Research Centers GmbH – ARC, A-2444 Seibersdorf, Austria

^d Research Institute of Wildlife Ecology, University of Veterinary Medicine Vienna, Savoyenstr. 1, A-1160 Wien, Austria

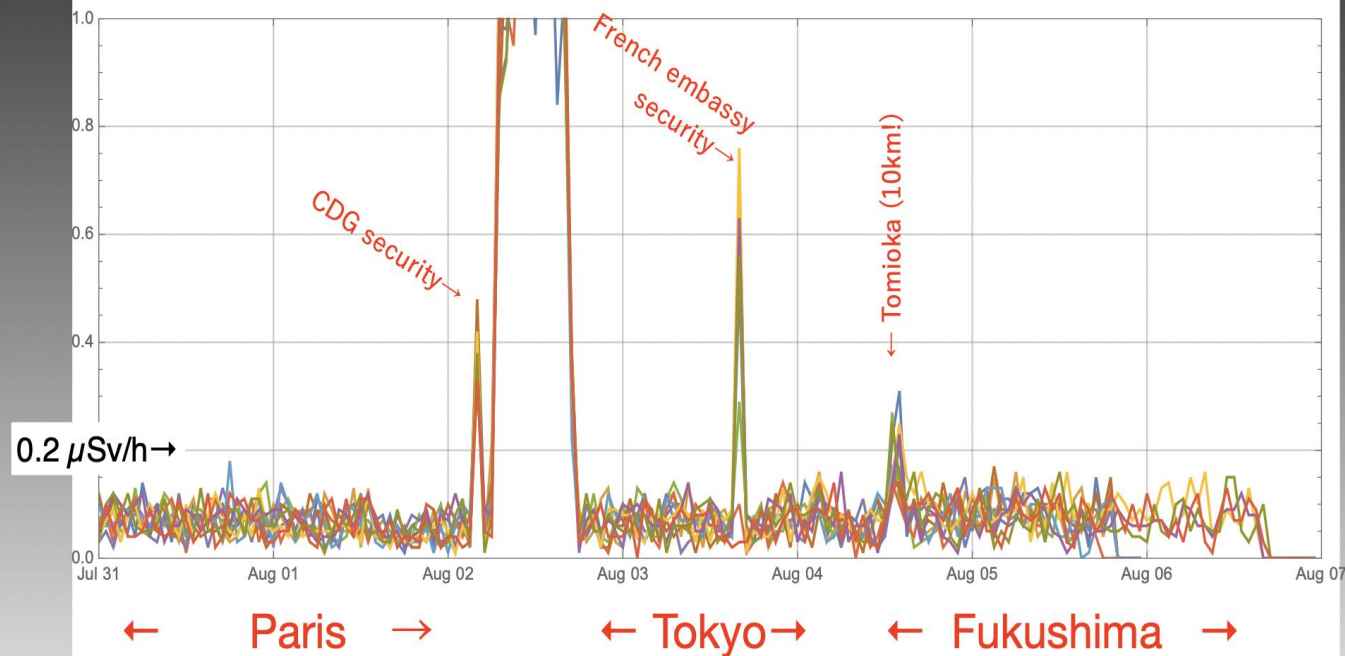
Due effetti:

Aumento della concentrazione in
autunno → funghi

Decrescita esponenziale correlata
con la dispersione del ^{137}Cs nel
corso degli anni (piogge e altri effetti)

Misure di radioattività misure di dose individuale

Dose (incl. natural sources) $\mu\text{Sv/h}$



Ryugo Hayano, U. Tokyo & CERN

Jan 25, 2016, "54th International Winter Meeting on Nuclear Physics", Bormio, Italy

OPEN ACCESS

IOP Publishing | Society for Radiological Protection

J. Radiol. Prot. 36 (2016) 49–66

Journal of Radiological Protection

doi:10.1088/0952-4746/36/1/49

J. Radiol. Prot. 36 (2016) 49

N Adachi et al

Measurement and comparison of individual external doses of high-school students living in Japan, France, Poland and Belarus—the 'D-shuttle' project—

N Adachi¹, V Adamovitch², Y Adjovi³, K Alda⁴, H Akamatsu⁵, S Akiyama⁶, A Aki⁷, A Ando⁸, T Andrault⁹, H Antonietti¹⁰, S Anzai¹¹, G Arkoun¹², C Avenoso¹³, D Ayraut¹⁴, M Banasiewicz¹⁵, M Banaśkiewicz¹⁶, L Bernardini¹⁷, E Bernard¹⁸, E Berthet¹⁹, M Blanchard²⁰, D Boreyko²¹, K Boros²², S Charron²³, P Cornette²⁴, K Czerkas²⁵, M Dameron²⁶, I Date²⁷, M De Pontbriand²⁸, F Demangeau²⁹, I Dobaczewski³⁰, L Dobrzyński³¹, A Ducouret³², M Dziedzic³³, A Ecalte³⁴, V Edon³⁵, K Endo³⁶, T Endo³⁷, Y Endo³⁸, D Etryk³⁹, M Fabiszewska⁴⁰, S Fang⁴¹, D Fauchier⁴², F Felici⁴³, Y Fujiwara⁴⁴, C Gardais⁴⁵, W Gau⁴⁶, L Gurin⁴⁷, R Hakoda⁴⁸, I Hamamatsu⁴⁹, K Handa⁵⁰, H Haneda⁵¹, T Hara⁵², M Hashimoto⁵³, T Hashimoto⁵⁴, K Hashimoto⁵⁵, D Hata⁵⁶, M Hattori⁵⁷, R Hayano⁵⁸, R Hayashi⁵⁹, H Higasi⁶⁰, M Hiruta⁶¹, A Honda⁶², Y Horikawa⁶³, H Horuchi⁶⁴, Y Hozumi⁶⁵, M Ide⁶⁶, S Ihara⁶⁷, T Ikoma⁶⁸, Y Inohara⁶⁹, M Itazu⁷⁰, A Ito⁷¹, J Janvrin⁷², I Jout⁷³, H Kanda⁷⁴, G Kanemori⁷⁵, M Kanno⁷⁶, N Kanomata⁷⁷, T Kato⁷⁸, S Kato⁷⁹, J Katsu⁸⁰, Y Kawasaki⁸¹, K Kikuchi⁸², P Killian⁸³, N Kimura⁸⁴, M Kiya⁸⁵, M Klepuszewski⁸⁶, E Kluchnikov⁸⁷, Y Kodama⁸⁸, R Kokubun⁸⁹, F Konishi⁹⁰, A Konno⁹¹, V Kontsevov⁹², A Koori⁹³, A Koutaka⁹⁴, A Kowol⁹⁵, Y Koyama⁹⁶, M Koziol⁹⁷, M Kozue⁹⁸, O Kravtchenko⁹⁹, W Kruczała¹⁰⁰, M Kudła¹⁰¹, H Kudo¹⁰², R Kumagai¹⁰³, K Kurogome¹⁰⁴, A Kurosu¹⁰⁵, M Kuse¹⁰⁶, A Lacombe¹⁰⁷, E Lefaillet¹⁰⁸, M Magara¹⁰⁹, J Malinowska¹¹⁰, M Malinowski¹¹¹, V Marosli¹¹², Y Masui¹¹³, K Matsukawa¹¹⁴, K Matsuya¹¹⁵, B Matusik¹¹⁶, M Mauliny¹¹⁷, P Mazur¹¹⁸, C Miyake¹¹⁹, Y Miyamoto¹²⁰, K Miyata¹²¹, M Miyazaki¹²², M Moleda¹²³, T Morioka¹²⁴, E Morita¹²⁵, K Muto¹²⁶, H Nadamoto¹²⁷, M Nadzikiewicz¹²⁸, K Nagashima¹²⁹, M Nakade¹³⁰, C Nakayama¹³¹, H Nakazawa¹³², W

Y Nihei¹³³, R Nikul¹³⁴, S Niwa¹³⁵, O Niwa¹³⁶, M Nogi¹³⁷, K Nomura¹³⁸, D Ogata¹³⁹, H Ohguchi¹⁴⁰, J Ohno¹⁴¹, M Okabe¹⁴², M Okada¹⁴³, Y Okada¹⁴⁴, N Omi¹⁴⁵, H Onodera¹⁴⁶, K Onodera¹⁴⁷, S Ooki¹⁴⁸, K Oonishi¹⁴⁹, H Ooshima¹⁵⁰, H Oouchi¹⁵¹, M Orsucci¹⁵², M Paoli¹⁵³, M Penaud¹⁵⁴, C Perdriset¹⁵⁵, M Petit¹⁵⁶, A Piskowski¹⁵⁷, A Plocharski¹⁵⁸, A Polls¹⁵⁹, L Polti¹⁶⁰, T Potsepnia¹⁶¹, D Przybylski¹⁶², M Pytel¹⁶³, W Quillet¹⁶⁴, A Remy¹⁶⁵, C Robert¹⁶⁶, M Sadowski¹⁶⁷, M Saito¹⁶⁸, D Sakuma¹⁶⁹, K Sano¹⁷⁰, Y Sasaki¹⁷¹, S Sato¹⁷², T Schneider¹⁷³, C Schneider¹⁷⁴, K Schwartzman¹⁷⁵, E Selivanov¹⁷⁶, M Sezaki¹⁷⁷, K Shiroishi¹⁷⁸, I Shustava¹⁷⁹, A Śniecińska¹⁸⁰, E Stalchenko¹⁸¹, A Staron¹⁸², M Stromboni¹⁸³, W Studzińska¹⁸⁴, H Sugisaki¹⁸⁵, T Sukegawa¹⁸⁶, M Sumida¹⁸⁷, Y Suzuki¹⁸⁸, K Suzuki¹⁸⁹, R Suzuki¹⁹⁰, H Suzuki¹⁹¹, K Suzuki¹⁹², W Świdzinski¹⁹³, M Szudejko¹⁹⁴, M Szymaszek¹⁹⁵, J Tada¹⁹⁶, H Taguchi¹⁹⁷, K Takahashi¹⁹⁸, D Tanaka¹⁹⁹, G Tanaka²⁰⁰, S Tanaka²⁰¹, K Tanino²⁰², K Tazbir²⁰³, N Tcesnokova²⁰⁴, N Tgawa²⁰⁵, N Toda²⁰⁶, H Tsuchiya²⁰⁷, H Tsukamoto²⁰⁸, T Tsushima²⁰⁹, K Tsutsumi²¹⁰, H Umemura²¹¹, M Uno²¹², A Usui²¹³, H Utsumi²¹⁴, M Vaucelle²¹⁵, Y Wada²¹⁶, K Watanabe²¹⁷, S Watanabe²¹⁸, K Watase²¹⁹, M Witkowski²²⁰, T Yamaki²²¹, J Yamamoto²²², T Yamamoto²²³, M Yamashita²²⁴, M Yana²²⁵, K Yasuda²²⁶, Y Yoshida²²⁷, A Yoshida²²⁸, K Yoshimura²²⁹, M Żmijewska²³⁰ and E Zuclarelli²³¹

- ¹ Adachi High School, 2-347 Kakunai, Nihonmatsu, Fukushima 964-0904, Japan
- ² Bragin High School, Bragin, Gomel region, Belarus
- ³ Notre Dame High School, 1 Avenue Charles de Gaulle, 92100 Boulogne-Billancourt, France
- ⁴ Aizu Gakuho High School, Ikikimachi Oaza Yahata, Yahata-1-1, Aizuwakamatsu, Fukushima 965-0003, Japan
- ⁵ Nada High School, 8-5-1 Uzokikitamachi, Higashinada-ku, Kobe, Hyogo 658-0082, Japan
- ⁶ Iwaki High School, Taira Aza Takatsuki 7, Iwaki, Fukushima 970-8026, Japan
- ⁷ Gioacinto de Casabianca High School, Avenue Jean Zuccarelli, 20200 Bastia, France
- ⁸ Ena High School, 1023-1 Ohi-cho, Ena, Gifu 509-7201, Japan
- ⁹ Bois d'Amour High School, 9 Rue de la Gare, 86000 Poitiers, France
- ¹⁰ Fukushima High School, 5-72 Moriacho, Fukushima, Fukushima 960-8002, Japan
- ¹¹ Paul Vincennes High School, Rue de la Quatrième Division Marocaine de Montagne, 20600 Bastia, France
- ¹² ZS nr 2 im. Marii Skłodowskiej-Curie, Otwock, Poland
- ¹³ ILO im. J. Słowackiego, Częstochowa, Poland
- ¹⁴ Blaise Pascal High School n°46, 14, rue de Clermont-Ferrand, 246027 Gomel, Belarus
- ¹⁵ ZS nr 5 im. Unii Europejskiej, III LO, Ostrołęka, Poland
- ¹⁶ Institute for Radiation Protection and Nuclear Safety (IRS), BP17.92262 Fontenay-aux-Roses Cedex, France
- ¹⁷ Asaka High School, 5-25-63 Kaisei, Koriyama, Fukushima 963-8851, Japan
- ¹⁸ ZS Centrum Edukacji im. Ignacego Łukasiewicza, Plock, Poland

Content from this work may be used under the terms of the [Creative Commons Attribution 3.0 licence](#). Any further distribution of this work must maintain attribution to the author(s) and the title of the work, journal citation and DOI.

0952-4746/16/010049-18\$33.00 © 2016 IOP Publishing Ltd Printed in the UK

49

50

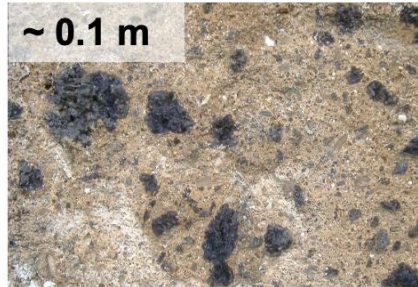
Misure di radioattività (non Rn) naturale

Possibili metodi di indagine

... in laboratorio



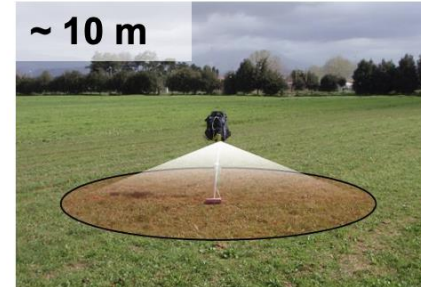
~ 0.1 m



... in situ



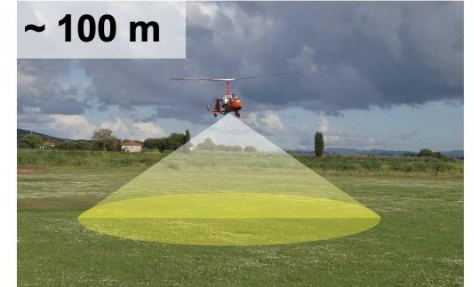
~ 10 m



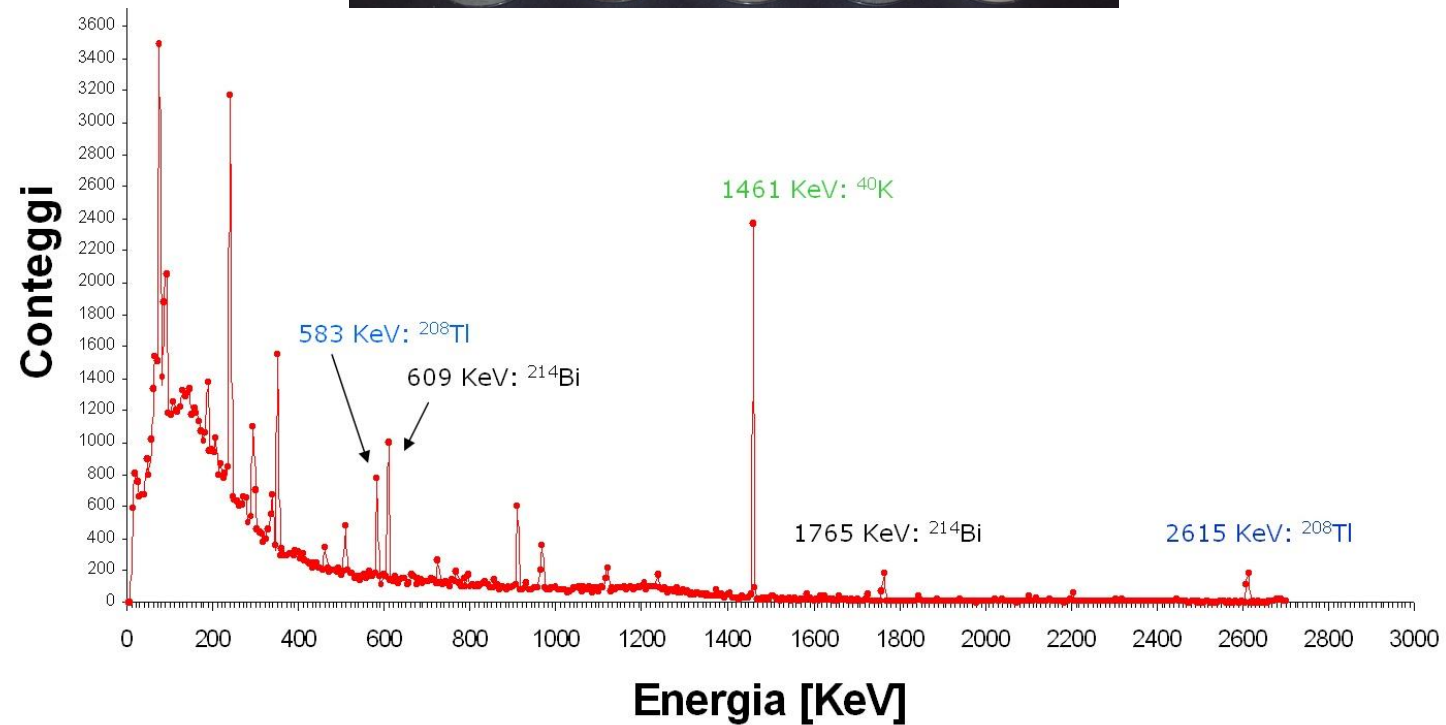
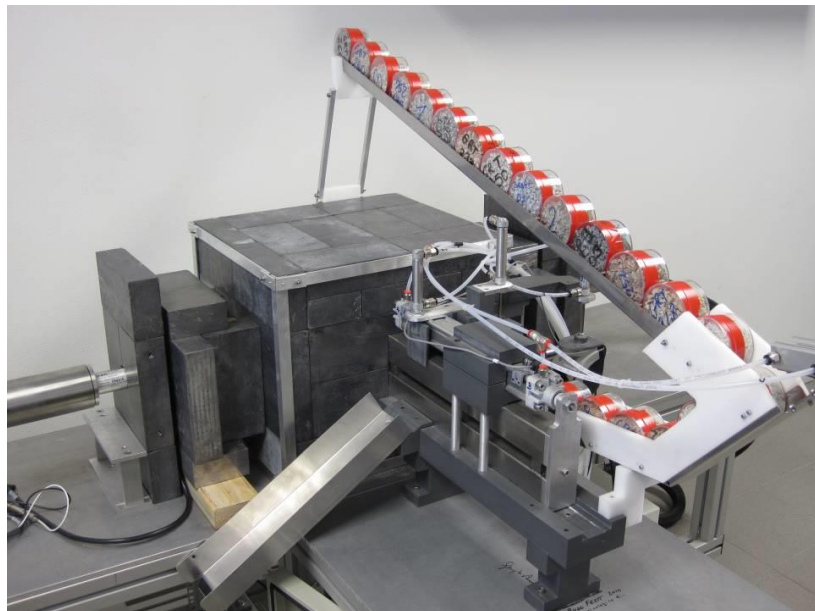
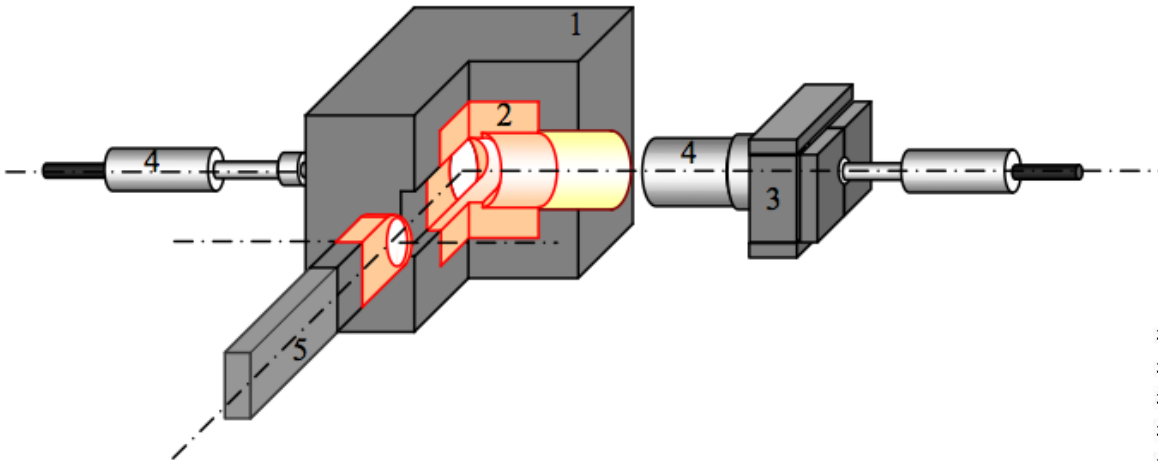
... in volo



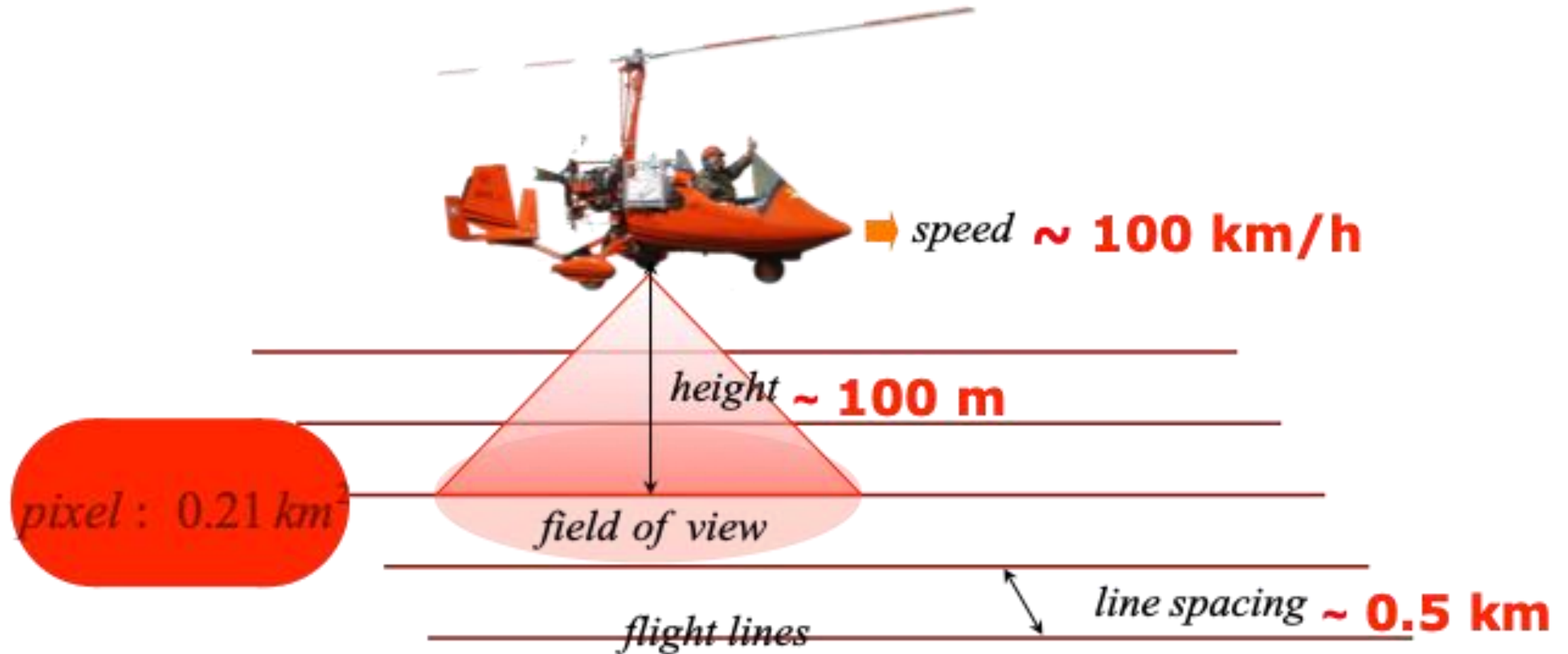
~ 100 m



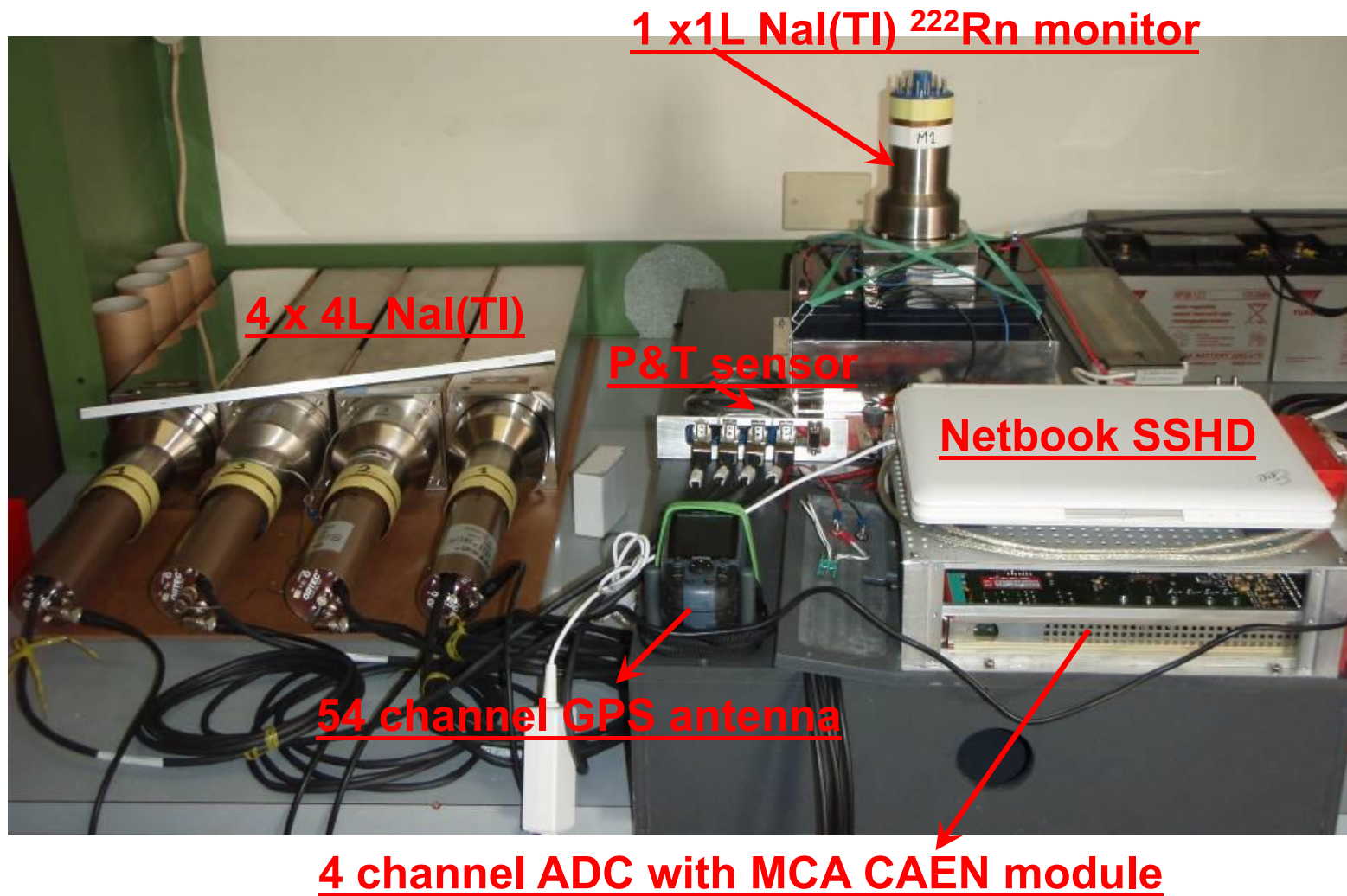
In laboratorio



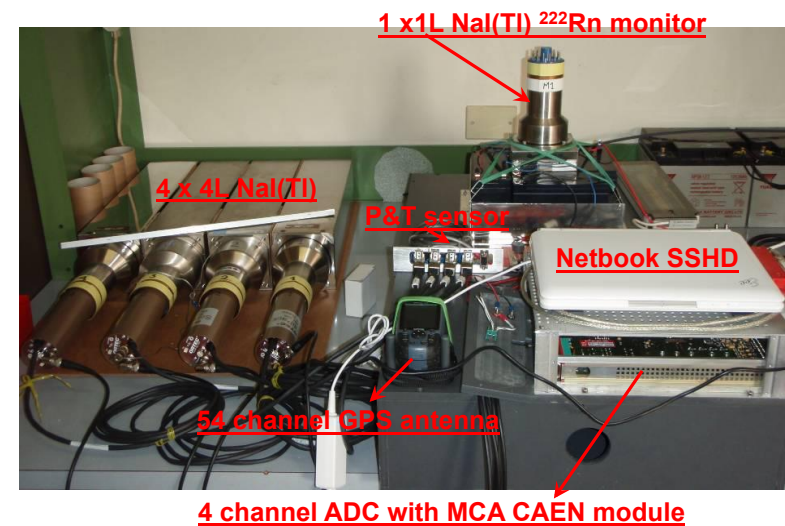
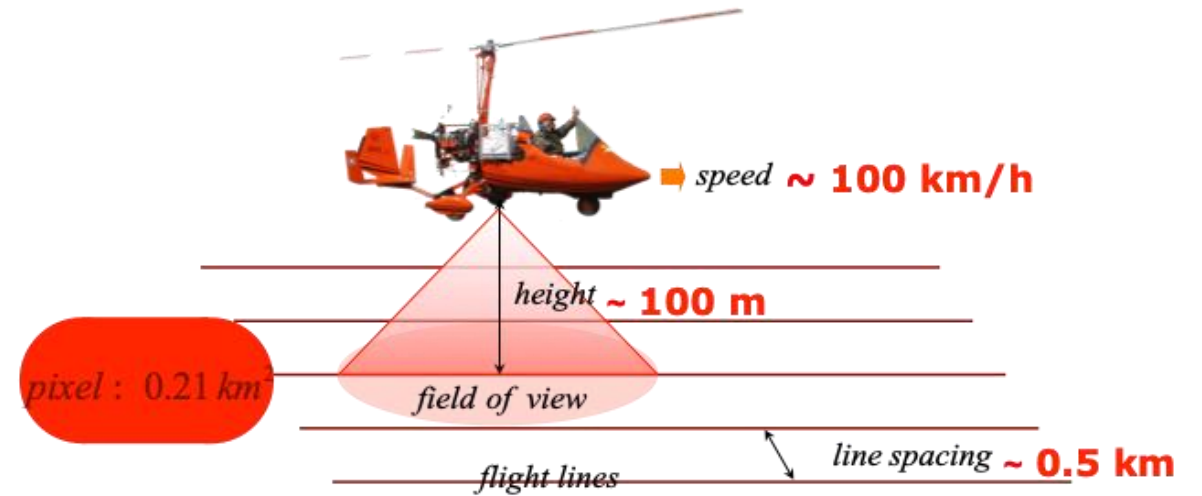
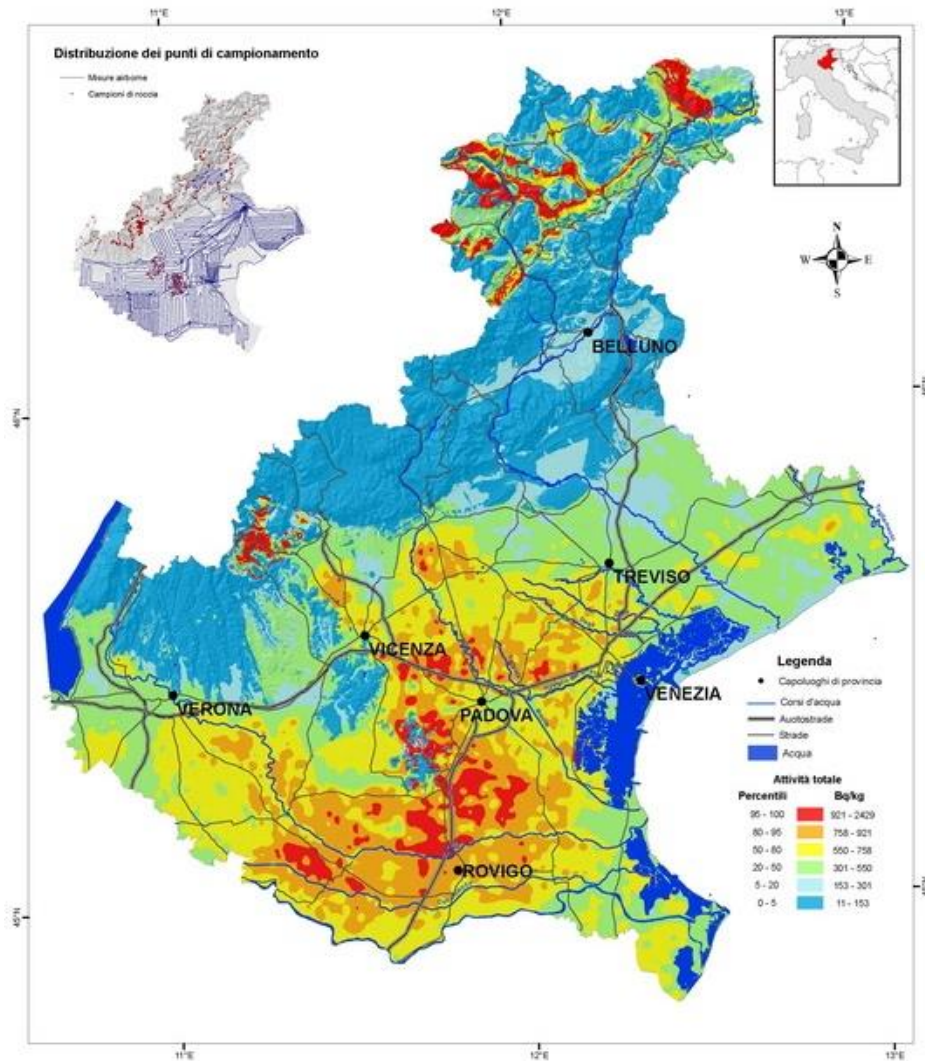
In volo



In volo



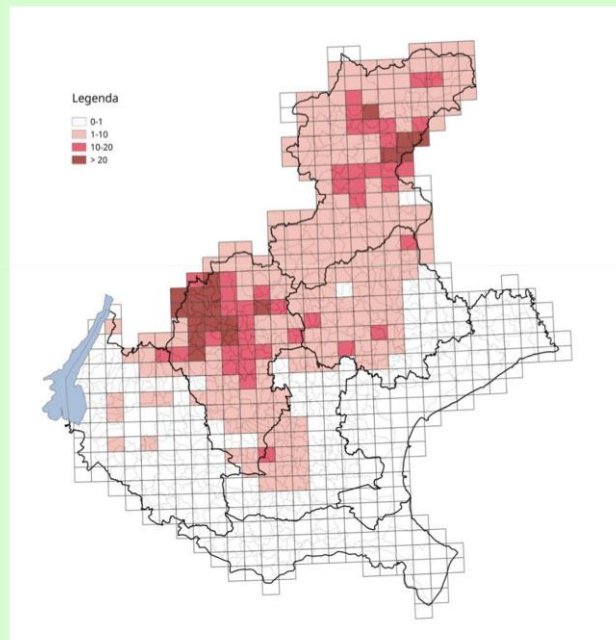
Volo sul Veneto



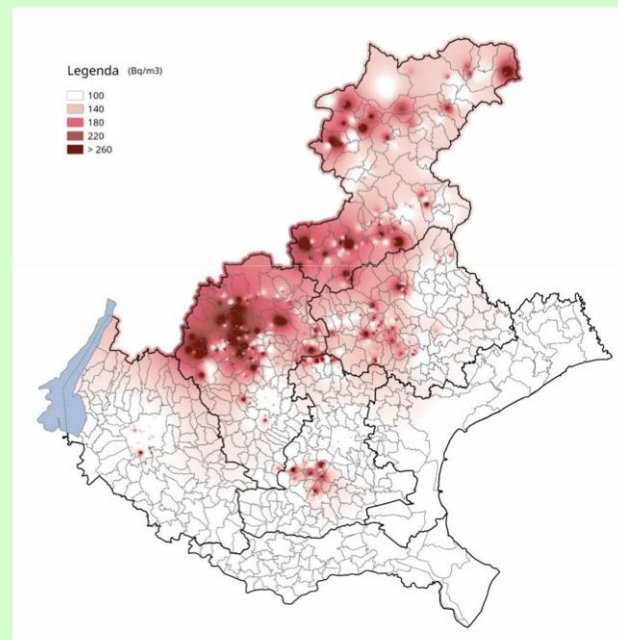
Radioattività da RADON in Veneto

Radon nelle scuole: supporto alle informazioni territoriali

Le misure delle scuole possono contribuire a integrare l'informazione sulla distribuzione dei livelli di radon nel territorio



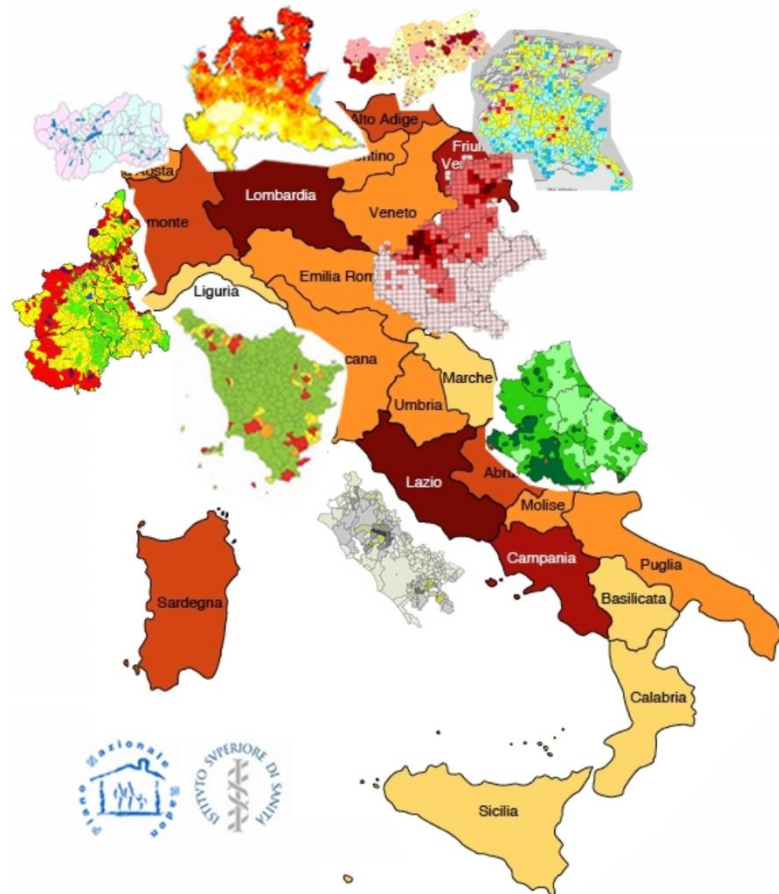
Mappa delle percentuali di abitazioni con concentrazioni di radon superiori al livello di riferimento di 200 Bq/m³ (DGRV n. 79/2002)



Interpolazione con l'applicativo QGIS (algoritmo Inverse Distance Weight) della concentrazione di attività delle singole scuole (media delle medie di piano)

8

Radioattività da RADON in Italia



ATTENZIONE: Il valore di concentrazione media in una regione o in un'area non fornisce un'indicazione affidabile riguardo al livello di radon della propria abitazione, per conoscere il quale è necessario effettuare una misura con dispositivi e protocolli adeguati. Maggiori informazioni alla pagina "Come si misura il radon" sul sito www.iss.it/radon

Mappe regionali – Confronto con la campagna nazionale

	Campagna nazionale	Campagne regionali / provinciali
Regione / Provincia Autonoma	Media aritmetica [Bq/m ³]	Media aritmetica [Bq/m ³]
Piemonte	69	70
Valle d'Aosta	44	83
Lombardia	111	124
Bolzano	70	227 (1)
Trento	49	128 - 131 (2)
Veneto	58	94
Friuli Venezia Giulia	99	162 (3)
Liguria	38	N.D.
Emilia Romagna	44	49 (1)
Toscana	48	35
Umbria	58	N.D.
Marche	29	N.D.
Lazio	119	121
Abruzzo	60	58
Molise	43	N.D.
Campania	95	N.D.
Puglia	52	N.D.
Basilicata	30	N.D.
Calabria	25	76 (4)
Sicilia	35	75 (5)
Sardegna	64	N.D.

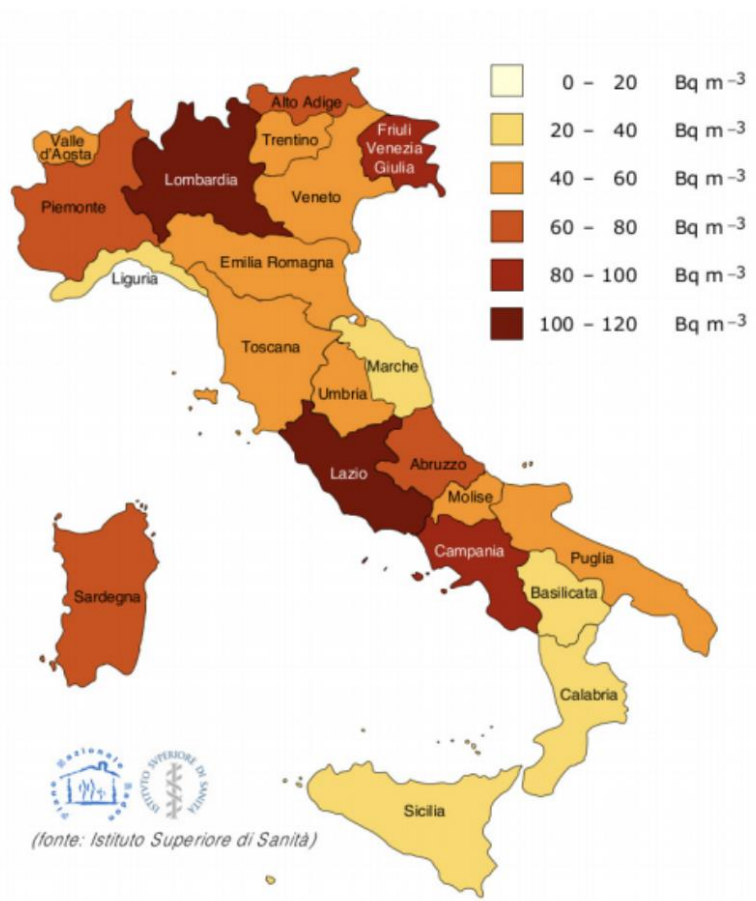
- (1) valori solo invernali
 (2) abitazioni e scuole
 (3) calcolando la media delle maglie della campagna 2005-6
 (4) solo per la Province di Catanzaro e Crotone
 (5) solo per la Provincia di Ragusa

gas radon in Italia

Radioattività da RADON in Italia

Fonte: APAT – Annuario dei dati ambientali – edizione 2003

Mappe regionali – Confronto con la campagna nazionale



Regione / Provincia Autonoma	Campagna nazionale Media aritmetica [Bq/m3]	Campagne regionali / provinciali Media aritmetica [Bq/m3]
Piemonte	69	70
Valle d'Aosta	44	83
Lombardia	111	124
Bolzano	70	227 (1)
Trento	49	128 - 131 (2)
Veneto	58	94
Friuli Venezia Giulia	99	162 (3)
Liguria	38	N.D.
Emilia Romagna	44	49 (1)
Toscana	48	35
Umbria	58	N.D.
Marche	29	N.D.
Lazio	119	121
Abruzzo	60	58
Molise	43	N.D.
Campania	95	N.D.
Puglia	52	N.D.
Basilicata	30	N.D.
Calabria	25	76 (4)
Sicilia	35	75 (5)
Sardegna	64	N.D.

- (1) valori solo invernali
 (2) abitazioni e scuole
 (3) calcolando la media delle maglie della campagna 2005-6
 (4) solo per la Province di Catanzaro e Crotone
 (5) solo per la Provincia di Ragusa

