

---

# Legge del decadimento radioattivo

---

Misura Emivita Thoron

---

Lodovico Lappetito

---

## Sommario

Il Decadimento Radioattivo .....	3
La Camera a Ionizzazione .....	4
Teoria.....	4
Apparecchiature .....	4
Misura del decadimento del Thoron .....	5
Il Thoron - Rn <sup>220</sup> .....	5
Misura del decadimento del Thoron .....	5
Dati della misurazione del decadimento .....	6

## Il Decadimento Radioattivo

Il momento esatto in cui un atomo instabile decadrà in uno più stabile è ritenuto casuale e imprevedibile. Ciò che si può fare, dato un campione di un particolare isotopo, è notare che il numero di decadimenti rispetta una precisa legge statistica. Il numero di decadimenti che ci si aspetta avvenga in un intervallo  $dt$  è proporzionale al numero  $N$  di atomi presenti. Questa legge può essere descritta tramite la equazione differenziale del primo ordine (in cui  $\lambda$  è la costante di decadimento):

$$\dot{N} = -\lambda N$$

con questa soluzione (in cui  $e$  è il numero di Eulero):

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

che rappresenta un decadimento esponenziale. Bisogna notare che questa rappresenta solamente una soluzione approssimata, in primo luogo perché rappresenta una funzione continua, mentre l'evento fisico reale assume valori discreti, poiché descrive un processo casuale, solo statisticamente vero. Comunque, poiché nella gran parte dei casi  $N$  è estremamente grande, la funzione fornisce un'ottima approssimazione. Oltre alla costante di decadimento " $\lambda$ " il decadimento radioattivo è caratterizzato da un'altra costante chiamata vita media. Ogni atomo vive per un tempo preciso prima di decadere e la vita media rappresenta appunto la media aritmetica sui tempi di vita di tutti gli atomi della stessa specie. La vita media viene rappresentata dal simbolo  $\tau$ , legato a  $\lambda$  dalla:

$$\tau = \frac{1}{\lambda}$$

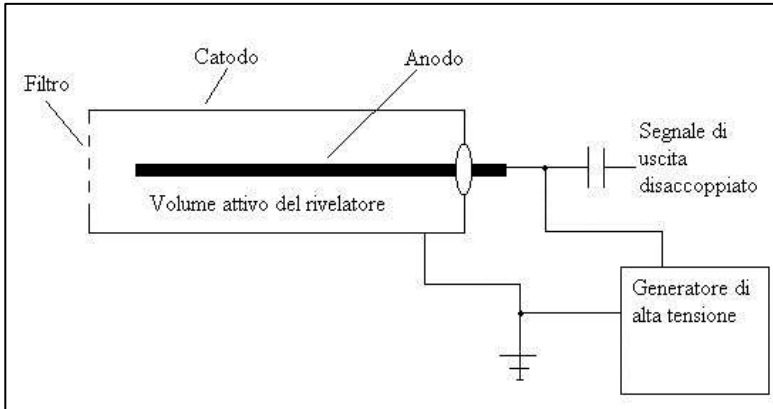
Un altro parametro molto usato per descrivere un decadimento radioattivo è dato dalla emivita o tempo di dimezzamento  $t_{1/2}$ . Dato un campione di un particolare radionuclide, il tempo di dimezzamento ci dice dopo quanto tempo saranno decaduti un numero di atomi pari alla metà del totale, ed è legato alla vita media dalla relazione:

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

Queste relazioni ci permettono di vedere che molte delle sostanze radioattive presenti in natura sono ormai decadute, e quindi non sono più presenti in natura, ma possono essere prodotte solo artificialmente. Per avere un'idea degli ordini di grandezza in gioco, si può dire che la vita media dei vari radionuclidi può variare da  $10^9$  anni fino a  $10^{-6}$  secondi.

# La Camera a Ionizzazione

## Teoria



La camera a ionizzazione è un rivelatore di particelle a gas.

Il suo funzionamento si basa sulle seguenti osservazioni sperimentali: quando una particella carica attraversa un gas ne provoca la ionizzazione, cioè trasforma le sue molecole che incontra in coppie di ioni.

se il gas, inoltre, si trova in un campo elettrico (cioè tra due elettrodi), allora gli ioni e gli elettroni creati migrano verso gli elettrodi di segno opposto.

Tale dispositivo può funzionare in due modi:

- come rivelatore integrale, cioè come misuratore della corrente che circola come effetto della scarica degli ioni sugli elettrodi (modalità corrente).
- come rivelatore differenziale, cioè come contatore delle cariche che si formano nella camera di ionizzazione (modalità impulsata).

Concettualmente semplice, il dispositivo presenta particolarità costruttive diverse a seconda del tipo di radiazioni che deve rivelare. Ad esempio, poiché le particelle  $\alpha$  possono essere fermate da pareti molto sottili, allora è necessario porre la sorgente direttamente all'interno della camera stessa. Nel caso del **Radon** la camera è munita di apertura attraverso la quale il radon può diffondere.

## Apparecchiature



### Camera a ionizzazione

camera a ionizzazione a impulsi  
Campionamento passivo a diffusione  
Range di mis. da 0.5 a 74000 Bq/mc  
(0.01 to 2000 pCi/l)  
Sensibilità 0.05 cpm/Bq/mc  
(2.0 cpm/pCi/l)  
Precisione +/-50%  
(taratura non richiesta)  
Volume camera 1000 cc

## Misura del decadimento del Thoron

### Il Thoron - Rn<sup>220</sup>

"Thoron" è il nome che identifica l'isotopo del radon con peso atomico 220. Può risultare anch'esso dannoso per la salute umana in quanto, come il <sup>222</sup>Rn è un emettitore alfa e si presenta in stato di gas. Il tempo di decadimento del thoron è di circa **55 secondi**. Il thoron è un prodotto del decadimento radioattivo del torio.

### Misura del decadimento del Thoron



#### Setup di misura

Appoggiare il sensore sul contenitore nel quale è stata inserita la reticella al torio. Il gas Thoron che si sprigiona dal torio si accumula lentamente nella ciotola e poi riempie in una decina di minuti la camera a ionizzazione.

Dopo una decina di minuti la camera è satura di thoron ed il rateo di conteggio di dovrebbe stabilizzare.

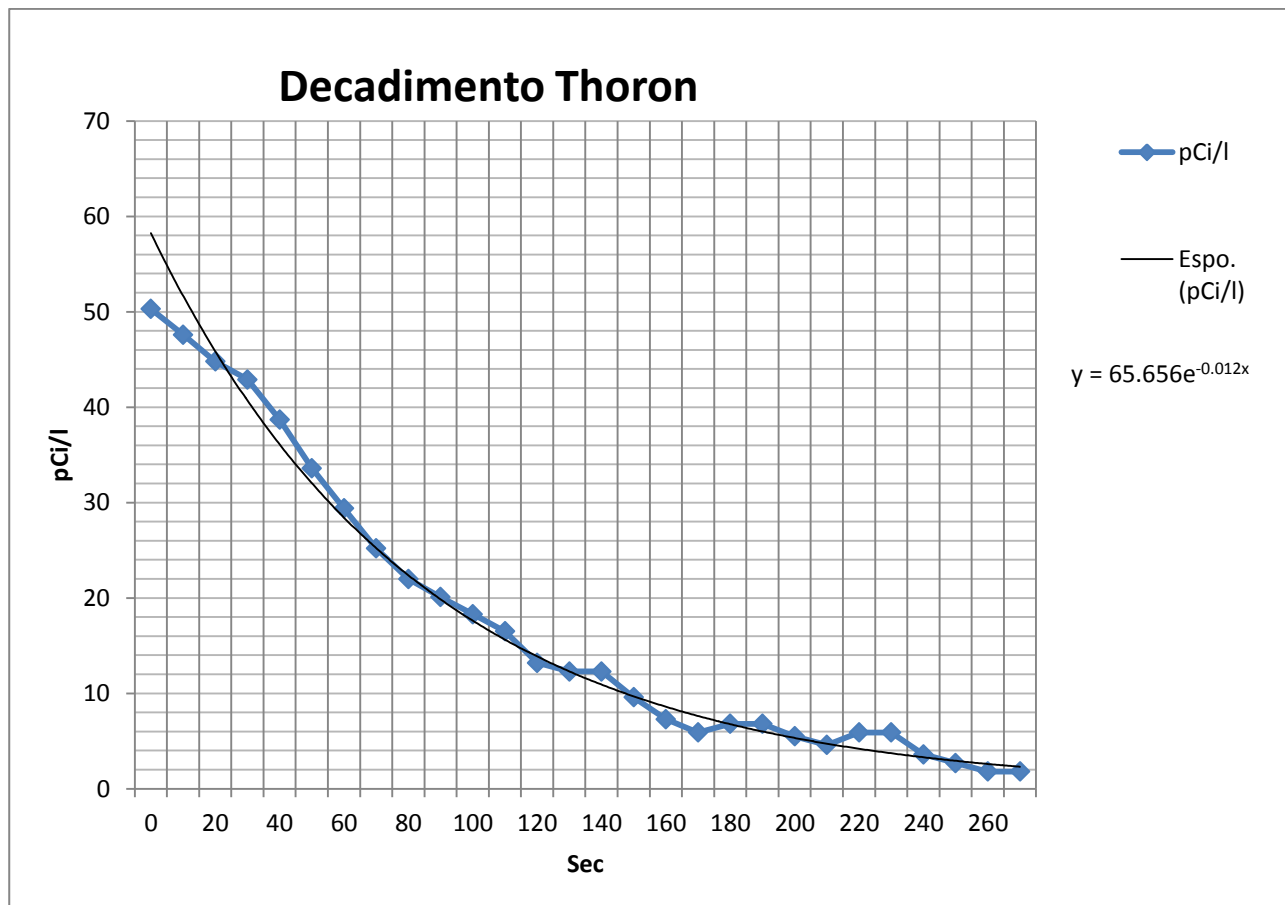
A questo punto la camera a ioni viene spostata e si fa partire una nuova misura. Il thoron presente all'interno della camera, essendo molto pesante, non fuoriesce e quindi decade con la sua emivita specifica.

**Nel grafico sotto si può valutare qualitativamente che il decadimento è lineare su scale logaritmica e quindi esponenziale su scala lineare. Si stima una emivita di circa 1 minuto.**



## Dati della misurazione del decadimento

I dati delle misurazioni sono stati inseriti nel grafico seguente nel quale è stato fatta una interpolazione con una funzione esponenziale.



Dalla equazione esponenziale di interpolazione si ottiene per la costante di tempo del decadimento il seguente valore :

$$\lambda = 0.012$$

E per l'emivita il seguente valore

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = 57.8 \text{ sec}$$