

---

# Principi della RadioDatazione

---

Datazione di un manufatto  
contenente Smalto a base  
di Ossido di Uranio

---

Lodovico Lappetito

---

## Sommario

Uranio .....	3
RadioDatazione mediante confronto spettri gamma.....	5

## Uranio



**Uranio** è un elemento chimico con simbolo **U** e numero atomico 92. È un metallo bianco-argenteo nella serie degli attinidi della tavola periodica. Un atomo di uranio ha 92 protoni e 92 elettroni, di cui 6 elettroni di valenza. L'uranio è debolmente radioattivo, perché tutti i suoi isotopi sono instabili (con emivita dei 6 isotopi noti, dall'uranio-233 all'uranio-238, che variano tra i 69 anni e 4,5 miliardi di anni). Gli isotopi più comuni dell'uranio sono **uranio-238** (che ha 146 neutroni e rappresenta quasi il 99,3% dell'uranio presente in natura) e **uranio-235** (che ha 143 neutroni, pari al 0,7% dell'elemento naturale). L'uranio è il secondo elemento con più alto peso atomico degli elementi primordiali, più leggero solo del plutonio. La sua densità è circa il 70% superiore a quella del piombo, ma leggermente

inferiore a quello di oro o di tungsteno. È naturalmente presente in basse concentrazioni di poche parti per milione nel suolo, roccia e acqua, ed è commercialmente estratto da minerali ricchi di uranio, come l'uraninite.

In natura, l'uranio si trova come **uranio-238** (99,2739-99,2752%), **uranio-235** (0,7198-0,7202%), e una piccola quantità di **uranio-234** (0,0050-0,0059%). L'Uranio decade lentamente emettendo una particella alfa. L'emivita dell'uranio-238 è di circa 4,47 miliardi di anni e quella dell'uranio-235 è 704,000,000 anni, rendendoli utili nella determinazione dell'età della Terra.

### Uranio-238

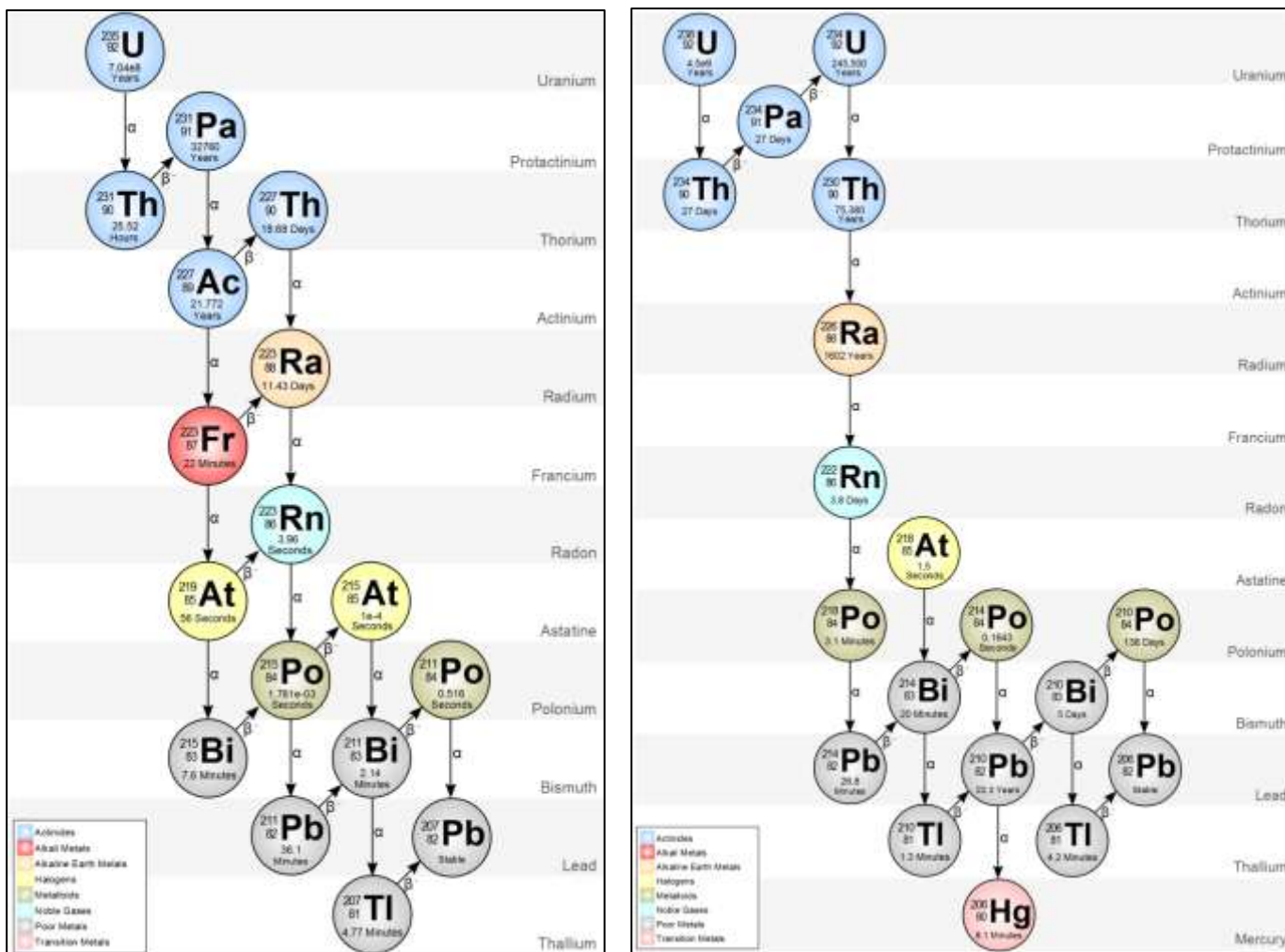
**Uranio-238** è l'isotopo più stabile dell'uranio, con una emivita di circa  $4.468 \times 10^9$  anni, circa l'età della Terra. Uranio-235 ha una emivita di circa  $7,13 \times 10^8$  anni e **uranio-234** ha una emivita di circa  $2,48 \times 10^5$  anni. Per l'uranio naturale, circa il 49% della sua radiazione alfa è emessa da ciascuno degli atomi di U-238, ed il 49% dalle emissioni di U-234 (dato che quest'ultimo è formato dal primo) e circa il 2,0% dal U-235. Quando la Terra era giovane, probabilmente circa un quinto del suo uranio era uranio-235, ma la percentuale di U-234 era probabilmente molto inferiore a questo. Uranio-238 è di solito un emettitore  $\alpha$  (occasionalmente, subisce fissione spontanea), decade attraverso la "Serie Uranio" di decadimento nucleare, che ha 18 membri, ciascuno dei quali alla fine decade in piombo-206, attraverso diversi percorsi di decadimento.

Uranio-238 non è fissile, ma è un isotopo fertile, perché dopo l'attivazione neutronica può produrre il plutonio-239, un isotopo fissile. Infatti, il nucleo U-238 può assorbire un neutrone per produrre l'isotopo radioattivo dell'uranio-239. U-239 decade per emissione beta in nettunio-239, anch'esso un beta-emettitore, che decade a sua volta, in pochi giorni in plutonio-239. Pu-239 è stato usato come materiale fissile nella prima bomba atomica fatta esplodere nel "Trinity test", il 15 luglio 1945 in New Mexico.

### Uranio-235

**Uranio-235** è un isotopo dell'uranio che costituisce circa lo 0,72% dell'uranio naturale. Diversamente dall'isotopo predominante uranio-238, è fissile, cioè, in grado di sostenere una reazione a catena di fissione. È l'unico isotopo fissile che è anche un nuclide primordiale presente in quantità significativa in natura.

La serie di decadimento di U-235, che si chiama la "Serie Attinio", ha 15 membri, tutti alla fine decadono in piombo-207. I tassi di decadimento in queste serie di decadimento rende il confronto dei rapporti tra genitori e discendenti un utile metodo di datazione radiometrica.



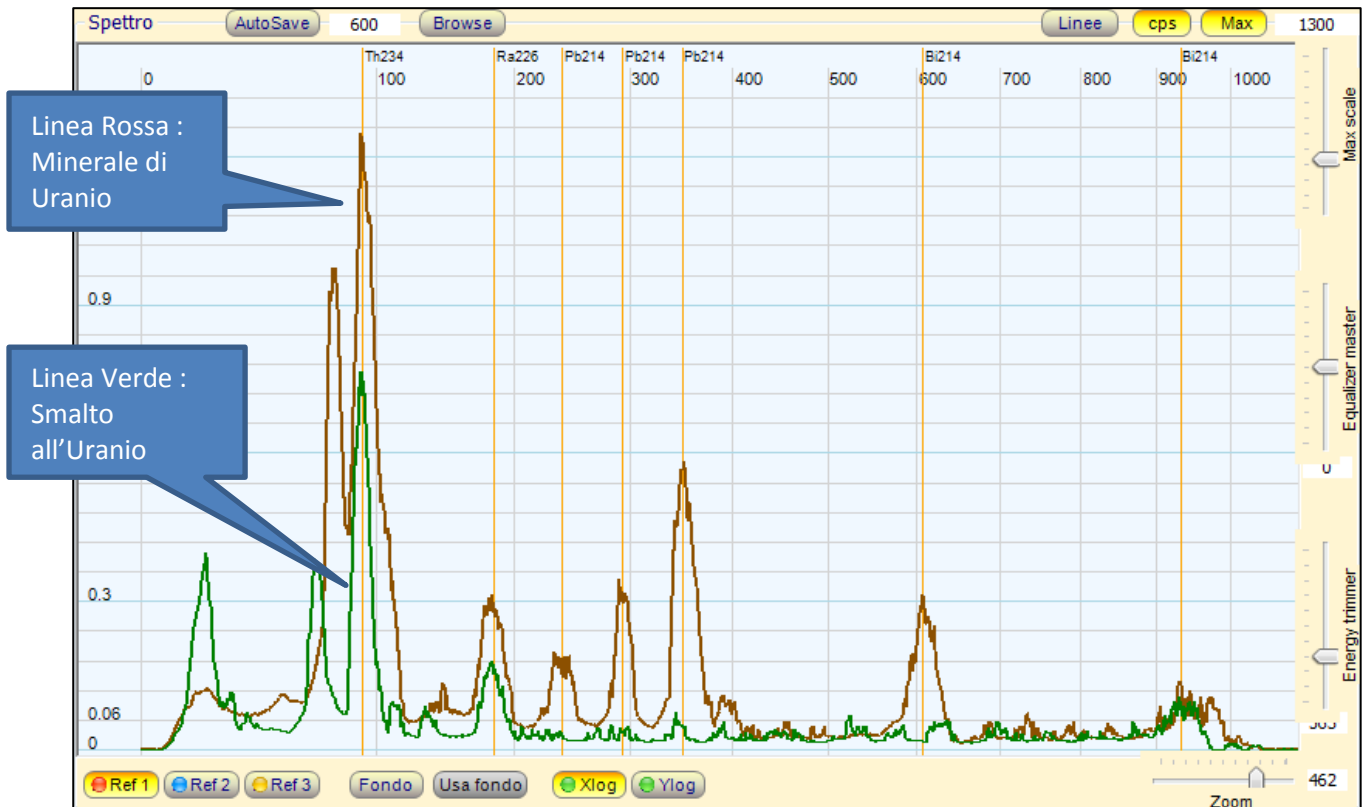
### Catena Decadimento Uranio-238

La catena di decadimento  $4n + 2$  dell' **Uranio-238** si chiama "serie dell'uranio" o "cascata dell'uranio". Inizia naturalmente con Uranio-238, questa serie comprende i seguenti elementi: astato, bismuto, piombo, polonio, protoattinio, radio, radon, tallio, e torio. Tutti sono presenti, almeno transitoriamente, in qualsiasi campione contenente uranio naturale, sia in metallo, composto, o minerale. La serie termina con Piombo-206. L'energia totale rilasciata dal uranio-238 al piombo-206, compresa l'energia persa per neutrini, è 51.7 MeV.

### Catena Decadimento Uranio-235

La catena  $4n + 3$  dell' **Uranio-235** viene comunemente chiamata "serie attinio" o "cascata di plutonio". Cominciando con l'isotopo presente in natura Uranio-235, questa serie di decadimento comprende i seguenti elementi: Attinio, astato, bismuto, francio, piombo, polonio, protoattinio, radio, radon, tallio, e torio. Tutti sono presenti, almeno transitoriamente, in qualsiasi campione contenente uranio-235, sia in metallo, composto, minerale o minerale. Questa serie termina con l'isotopo stabile di piombo-207.

## RadioDatazione mediante confronto spettri gamma



Il decadimento dell'uranio 238 si può dividere in due parti :

- U238 -> .. -> Ra226 : l'uranio 238 ha una emivita di milioni di anni
- Ra226 -> .. -> Pb206 : il radio 226 ha una emivita di 1600 anni

Nei minerali di uranio sono presenti tutti gli isotopi della catena di decadimento perché nel tempo si è prodotto un equilibrio e quindi l'attività è la medesima per tutti gli isotopi.

In oggetti "recenti" prodotti dall'attività umana a partire da uranio purificato invece non sono presenti tutti gli isotopi dato che il tempo è stato insufficiente per raggiungere l'equilibrio tra gli isotopi, in particolare sono assenti gli ultimi isotopi della progenie: Ra226, Pb214 e Bi214.

Questa caratteristica viene resa evidente negli spettri mostrati nella immagine sopra.

**La linea rossa corrisponde allo spettro gamma del minerale di uranio uraninite, nel quale sono presenti i fotopicchi gamma di tutti gli isotopi discendenti dell'uranio 238. Sono presenti in particolare gli isotopi Pb214 e Bi214 che discendono dal radio Ra226.**

**La linea verde corrisponde allo spettro gamma dello smalto all'uranio (fiestaware) nel quale sono evidenti i fotopicchi del torio 234 e dell'uranio 235, mentre sono praticamente assenti i fotopicchi dei discendenti del radio Ra226 : piombo 214 e bismuto 214.**

**Il fotopicco che si trova in corrispondenza del Ra226 nello spettro gamma dello smalto all'uranio è relativo all'isotopo U235.**

**La conclusione è che il frammento di ceramica smaltata con ossido di uranio è di epoca storica. Una altra informazione che si può dedurre dallo spettro gamma è la presenza dell'isotopo uranio 235. Questo significa che l'oggetto è stato prodotto prima della seconda guerra mondiale dato che successivamente per questi scopi è stato utilizzato soltanto uranio impoverito il quale è privo di questo isotopo.**