

I DECADIMENTI RADIOATTIVI

Luogo: casa

Scopo: studio dei decadimenti radioattivi

MATERIALI

- 30 Kg di granito
- Macchine per frantumazione
- Setaccio
- Separatore magnetico
- Liquido pesante separatore
- Microscopio
- Provetta
- Becker
- Acido diluito
- Acido
- Solventi chimici

PREMESSA TEORICA

Durante il corso della storia, diversi sono stati i tentativi nel cercare di datare l'età della Terra: se ci basassimo sulle fonti bibliche, potremmo ricondurre la nascita della sfera celeste a circa 6000 anni fa, ma sappiamo non essere così.

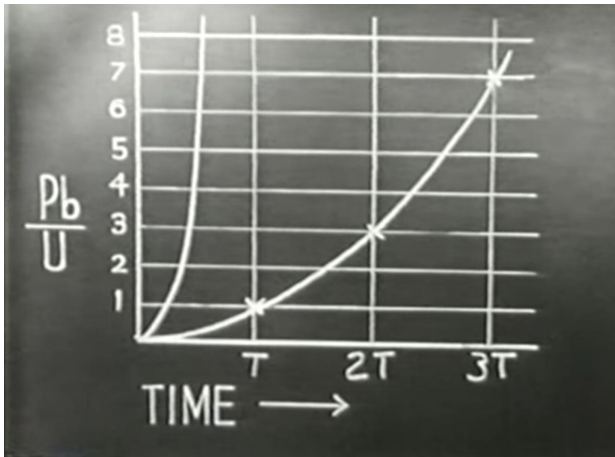
Per misurare il tempo impieghiamo l'utilizzo dell'orologio, uno strumento che, muovendosi a scatti regolari, definisce una determinata quantità di tempo trascorso. L'orologio per eccellenza che utilizziamo è il sole, infatti, quando la Terra compie un giro intero intorno ad esso, definiamo il tempo trascorso come un anno. Ma questa misurazione è iniziata solo con i faraoni egizi, perciò non possiamo conoscere quanto tempo sia trascorso prima.

Perciò bisogna ricorrere ad un sistema differente per la misurazione del tempo trascorso: la radioattività. In particolare, si può calcolare quanto Uranio è contenuto in ogni materiale, poiché maggiore è la quantità, maggiore sarà la sua età.

L'uranio è costituito da isotopi, atomi con caratteristiche simili ma massa differente. Gli isotopi dell'uranio più conosciuti sono U^{238} e U^{235} , essendo instabili, risultano essere radioattivi. Perciò, l' U^{238} si trasforma in un altro elemento radioattivo, dando origine ad una catena radioattiva che termina con il prodotto stabile Pb^{206} , mentre la catena radioattiva che ha origine con l' U^{235} , termina con il Pb^{207} .

La decadenza di questi elementi è costante, che risultano essere estremamente precisi, dandoci la possibilità di datare l'età della Terra. Questo è possibile poiché in un tempo T (tempo di dimezzamento di una sostanza radioattiva: tempo necessario per far decadere metà della sostanza radioattiva), metà dell' U^{238} decade in Pb^{206} , perciò il rapporto Pb/U aumenterà esponenzialmente.

Il tempo di dimezzamento dell' U^{238} è di $4,5 \cdot 10^9$ y, mentre quello dell' U^{235} è di $0,7 \cdot 10^9$ y.



Utilizzando un selezionatore di atomi, determina il numero degli atomi degli isotopi di uranio e piombo nella roccia di cui si vuole conoscere l'età. In particolare, si studia lo zirconio, un elemento chimicamente stabile, rendendolo un sistema isolato, che quasi totalmente impedisce la modifica della quantità di piombo nella roccia.

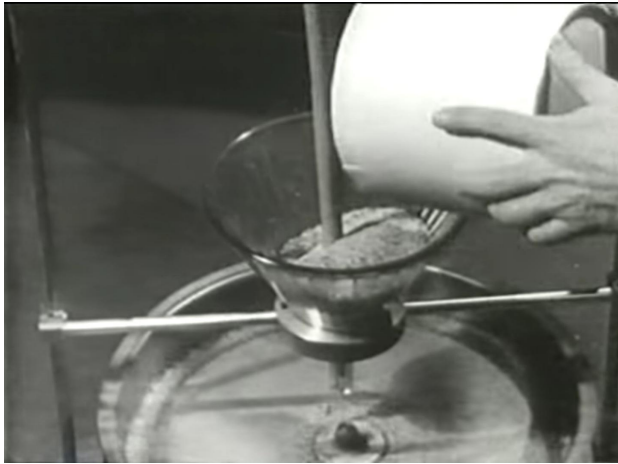
Per esempio, per misurare l'età del granito, bisogna studiare i cristalli in esso contenuti, formati attraverso il raffreddamento della roccia fusa. L'uranio si trova nei cristalli di zirconio situati nel granito, che presentano la medesima età della roccia. Perciò, datando l'uranio contenuto nei cristalli, potremo stabilire quanto tempo prima si è formato il minerale.

ESECUZIONE DELL'ESPERIENZA

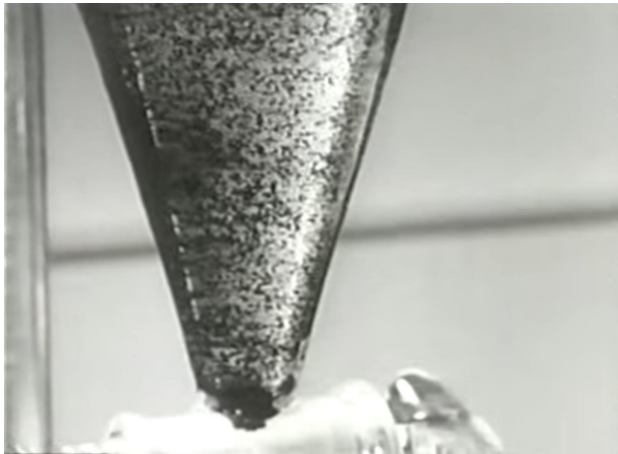
- Per estrarre i cristalli di zirconio, bisogna frammentare il granito in pezzi più piccoli, i quali sono poi inseriti in un macchinario che ha il compito di ridurli in polvere.



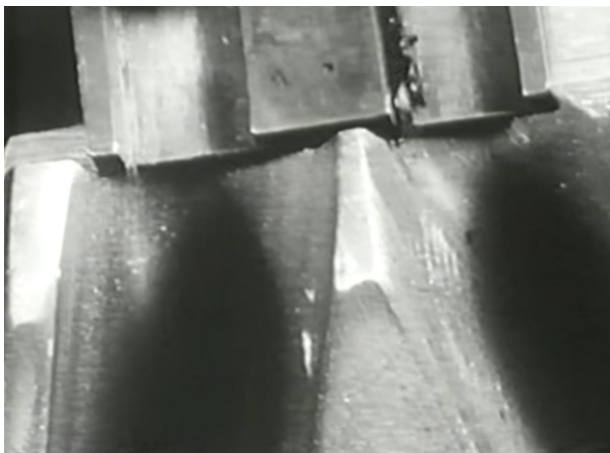
- Successivamente, la polvere viene setacciata, dividendo le particelle secondo la loro grandezza.



- I minerali polverizzati vengono separati attraverso un opportuno macchinario, che procederà attraverso l'impiego di un liquido pesante per separare le particelle, portando quelle di identità minore in superficie, facendo così concentrare lo zirconio sul fondo (essendo un minerale più pesante).



- In seguito, le particelle vengono divise secondo le proprietà magnetiche: lo zirconio è meno magnetico rispetto al resto dei minerali.



- Le particelle vengono selezionate al microscopio, ricercando le particelle di zirconio più pure, in modo da avere una precisione migliore per la lettura dell'orologio radioattivo.



- Lo zircono viene scomposto chimicamente in uranio e piombo: è importante che nel momento della scissione, lo zircono non entri in contatto con altro piombo o uranio derivanti da altre sostanze.



- Quindi, lo zircono viene fatto reagire, in un laboratorio privo da ogni traccia di piombo, in acido diluito per eliminare ogni traccia di piombo da cui potrebbe essersi contaminato.



- Lo zircono viene sciolto. Una volta raffreddato, viene sciolto in acido.

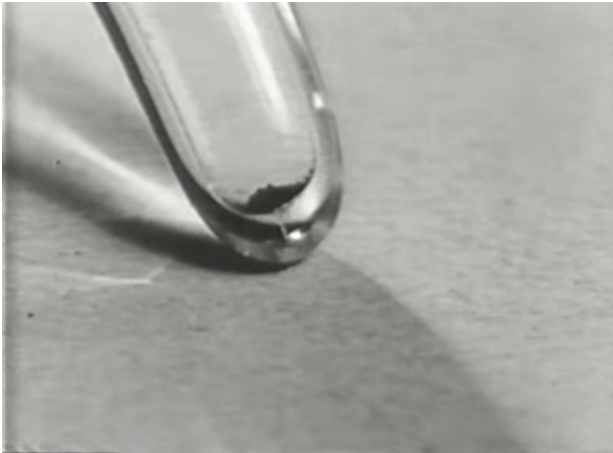


- Attraverso particolari solventi chimici, uranio e piombo vengono separati.

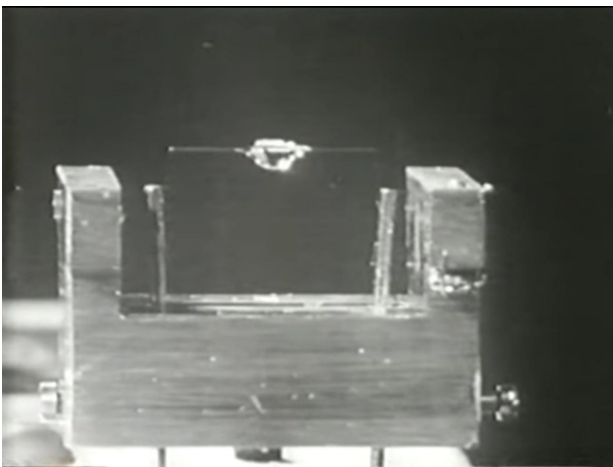


- Far gorgogliare l'acido solfidrico contenente il piombo, ottenendo un precipitato di solfuro di piombo.

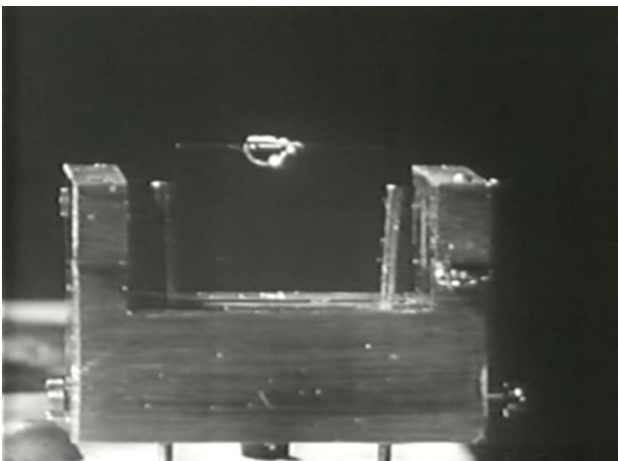




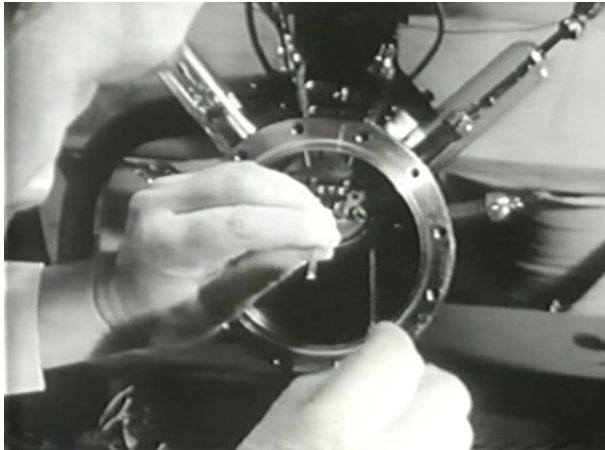
- Porre il precipitato su un filo metallico.



- Analogamente accade per l'uranio, che una volta estratto dalla soluzione, viene posto su un altro filo metallico.



- Inserire nello spettrometro di massa (selezionatore di atomi) i fili di piombo e di uranio (uno alla volta). Questo strumento mostra le quantità degli isotopi di piombo e di uranio contenuti nel campione.



RACCOLTA DATI

Prendiamo in considerazione il grafico rappresentante gli andamenti del rapporto tra il Pb^{206} e U^{238} e tra Pb^{207} e U^{235} , ricordando che il tempo di dimezzamento dell' U^{238} è di $4,5 \times 10^9$ y mentre quello dell' U^{235} è di $0,7 \times 10^9$ y.

Nel campione che abbiamo preso in considerazione il rapporto

$$\text{Pb}^{206} / \text{U}^{238} = 0,361$$

Mentre il rapporto

$$\text{Pb}^{207} / \text{U}^{235} = 6$$

Se osserviamo il grafico rappresentante gli andamenti di tali rapporti nel tempo, è facile osservare che entrambi indicano, approssivamente, 2×10^9 y.

CONCLUSIONE

Poiché i due orologi ci forniscono circa il medesimo risultato, possiamo definirli come affidabili, affermando che l'esperimento è così riuscito. Perciò, possiamo utilizzare questi orologi per datare altre rocce della Terra: tra le rocce misurate con la radioattività, la più antica si stima abbia un'età di circa $3,2 \times 10^9$ y. Ma attraverso calcoli speciali sulle percentuali di U^{235} e U^{238} al tempo in cui si formarono e confrontandole con quelle attuali, si ipotizza che la Terra possa avere al massimo 10×10^9 y. Possiamo quindi stimare che la Terra abbia un'età compresa tra $3,2 \times 10^9$ anni e 10×10^9 anni.

Per avere un valore più preciso, occorrerebbe conoscere la composizione isotopica del piombo quando la Terra si formò, calcolando quanto tempo ci ha impiegato il piombo originario a mutare per il decadimento dell'uranio e del torio nel piombo attuale.

Ovviamente, non essendo presenti alla nascita della Terra, non è stato possibile misurare la composizione isotopica del piombo. Nonostante ciò, alcune teorie affermano che esistono

dei meteoriti che vagano nello spazio aventi la stessa composizione isotopica del piombo al momento della nascita del nostro pianeta.

Tale piombo è stato estratto dai meteoriti e misurato in uno spettrometro di massa. I calcoli hanno mostrato che l'età di questa roccia sia pari a $4,5 \cdot 10^9$ y.

Questo valore è il risultato di svariate misurazioni impiegando diversi orologi radioattivi e con molteplici meteoriti studiati, rendendo veritiero il risultato.