

La **Geochemica**, ramo della scienza che si è sviluppato grandemente nel sec. **XX** fino ad assumere una spiccata individualità, ha in realtà le sue origini strettamente legate a quelle della chimica

La scoperta della maggior parte degli elementi e delle loro proprietà è iniziata infatti con lo studio delle loro combinazioni naturali, cioè dei minerali, nonché dell'atmosfera e delle acque

Il nome di geochimica fu usato per la prima volta da *C. F. Schönbein* nel **1838** quando già era presente una completa visione degli stretti rapporti che intercorrono fra la chimica e la geologia

Problemi di geologia chimica e di chimica minerale sono già ampiamente trattati da *J. J. Berzelius* (1779-1848)

La prima opera dove vengono esposti in modo organico i problemi della geologia chimica è il *Lehrbuch der physikalischen und chemischen Geologie* del *Bischof* (1847)

seguito dalla *Allgemeine un chemische Geologie* (1879) del *Roth* e dalla *Chemische Mineralogie* del *Brauns* (1896)

solo più tardi la geochimica si profilerà come ramo ben individuato delle scienze della Terra

Il merito è sostanzialmente di *F.W. Clarke* e della sua classica opera *The data of geochemistry* (1908)



contiene una raccolta sistematica e ragionata di dati analitici sui materiali della crosta terrestre nonché sui gas naturali e sulle acque

H. S. Washington (1903) aveva già pubblicato un catalogo critico dei dati analitici sulle rocce ignee

1924: *Clarke e Washington* giungono alla compilazione di basi di dati relativi all'abbondanza degli elementi nella crosta terrestre, consultati ancora oggi come riferimento

Un contributo essenziale al progresso della geochimica è dovuto agli studi sulla cristallizzazione delle rocce ignee



W. C. Brogger, J. H. L. Vogt (scuola norvegese, studi sugli elementi in tracce)

Sviluppo delle conoscenze sulla chimico-fisica del processo magmatico



Contributi teorici di P. Niggli

1905: Laboratorio sperimentale (Geophysical Laboratory, Carnegie Institution, Washington)



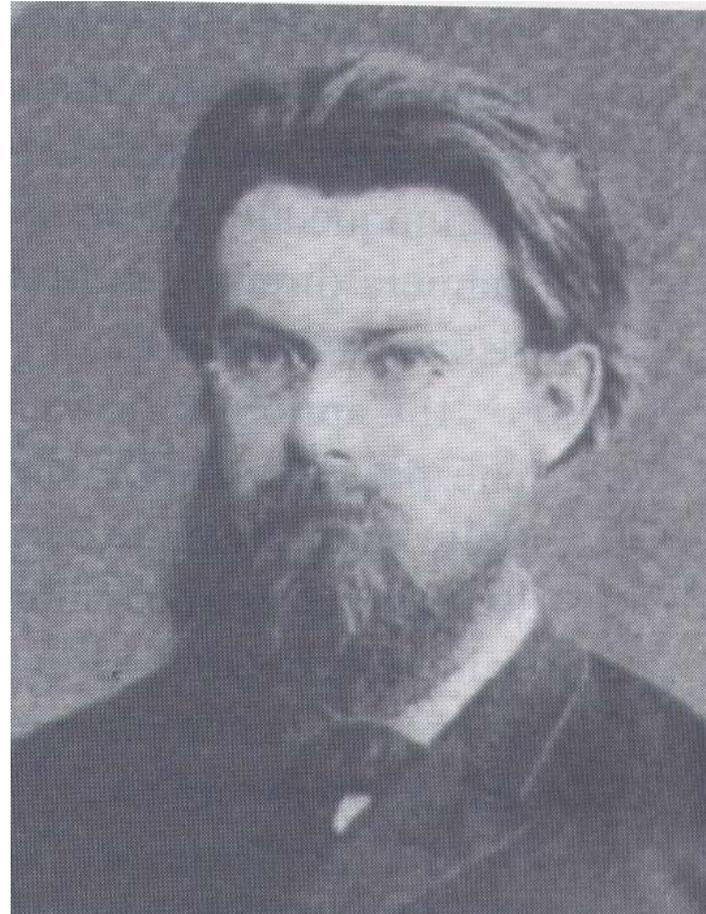
N. L. Bowen (1887-1956)

URSS: contemporaneamente si andava sviluppando
una fiorente scuola di geochimica (1924)



V. I. Vernadsky

*la geochimica studia gli
elementi chimici nella
crosta ed all'interno del
globo terrestre. Essa ne
studia la storia e la
distribuzione nel tempo e
nello spazio.*



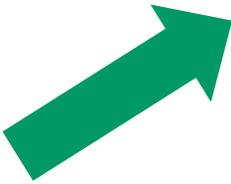
Vernadsky enfatizzò l'importanza delle attività degli organismi viventi nei processi geologici e geochimici: la biosfera è il principale mezzo di trasformazione dell'energia solare in energia chimica

Secondo il suo pensiero la biosfera aveva esercitato un forte controllo sull'ambiente superficiale fin dagli albori della storia della Terra, molto prima dello sviluppo della vita nel Precambriano

La sua visione è attualmente riflessa nella nota *Ipotesi di Gaia* (**J. E. Lovelock**, 1979: *Gaia. A new look at life on Earth*, Oxford University Press (E), 158 pp.)

Ipotesi di Gaia: la Terra intesa come pianeta in cui il clima e la composizione chimica sono costantemente stabilizzati in una forma favorevole alla vita

Nella mitologia greca **Gaia** è personificazione della Terra che genera, secondo la Teogonia di Esiodo, le razze divine



Poeta più antico della Grecia continentale, forse inizi secolo 7° a.c.



Opera mitologica sulla nascita e sulla origine degli dei

Un allievo del *Vernadsky*, **A. E. Fersman** pubblicava tra il 1933 e il 1939 un trattato di geochimica in quattro volumi



Fersman usò i **concetti della termodinamica** per studiare la stabilità dei minerali nei loro ambienti naturali

- La termodinamica è una parte della fisica che studia e descrive i processi macroscopici che coinvolgono scambi e conversioni di calore
- Lo studio termodinamico si basa sulla descrizione dei sistemi fisici mediante un numero limitato di parametri, misurabili macroscopicamente e tra i quali sussistono relazioni determinabili sperimentalmente

La geochimica moderna deve gran parte del suo sviluppo al gigantesco lavoro svolto da **V. M. Goldschmidt**

La sua opera si inserisce in un periodo particolarmente favorevole delle scienze fisiche, specialmente in seguito alla scoperta della diffrazione dei raggi X da parte di **M. von Laue** nel **1912**

La scoperta aprì la via alla conoscenza della disposizione degli atomi nella materia cristallizzata: si potevano così stabilire i parametri cristallografici alla base della distribuzione degli elementi

Utilizzando poi i metodi della spettroscopia ottica e i raggi X, si sono potute stabilire le relazioni di abbondanza degli elementi nei materiali terrestri e nelle meteoriti

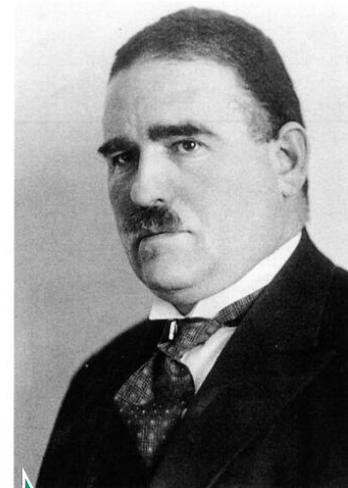
V. M. Goldschmidt, 1923 (Institute of Geochemistry,
University of Göttingen, Germany)



Gli obiettivi della geochimica sono:

1. *descrivere la distribuzione degli elementi nelle sfere geochimiche della Terra*
2. *stabilirne i rapporti di abbondanza*
3. *individuare le leggi che governano le distribuzioni osservate*

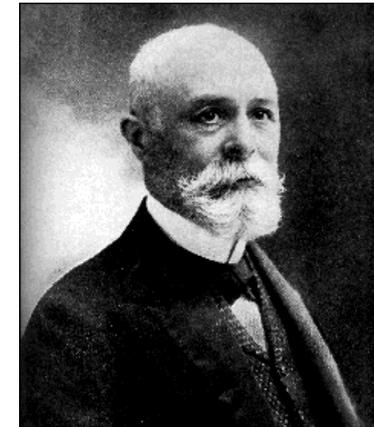
Il suo contributo principale è
relativo alla spiegazione
razionale delle sostituzioni
isomorfe nei cristalli in base
alla compatibilità dei raggi e
delle cariche degli ioni



V. M. Goldschmidt at Göttingen (ca. 1932)

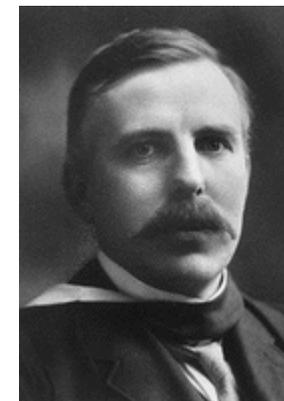


Un impulso altrettanto fondamentale ai progressi della geochimica fu determinato dalla scoperta della radioattività naturale



H. Becquerel (1852-1908)
premio nobel per la chimica nel
1903 con Pierre Curie e Marie
S. Curie

- conseguenze relative al ruolo degli elementi radioattivi nel bilancio termico della Terra
- possibilità che ne derivarono ai fini della misura del tempo geologico ad opera di **E. Rutherford** nove anni dopo (**1905**)



E. Rutherford (1871-1937)
(premio nobel per la chimica nel **1908**)

F. Soddy (1910)

J. Thomson (1913)

F. W. Aston (1919)



Nasce la moderna geochimica isotopica

ma la comprensione dei processi di frazionamento isotopico nei sistemi naturali è largamente dipesa dai progressi della chimica quantistica



F. Soddy (1877-1956)

nobel chimica **1921**



J. Thomson (1856-1940)

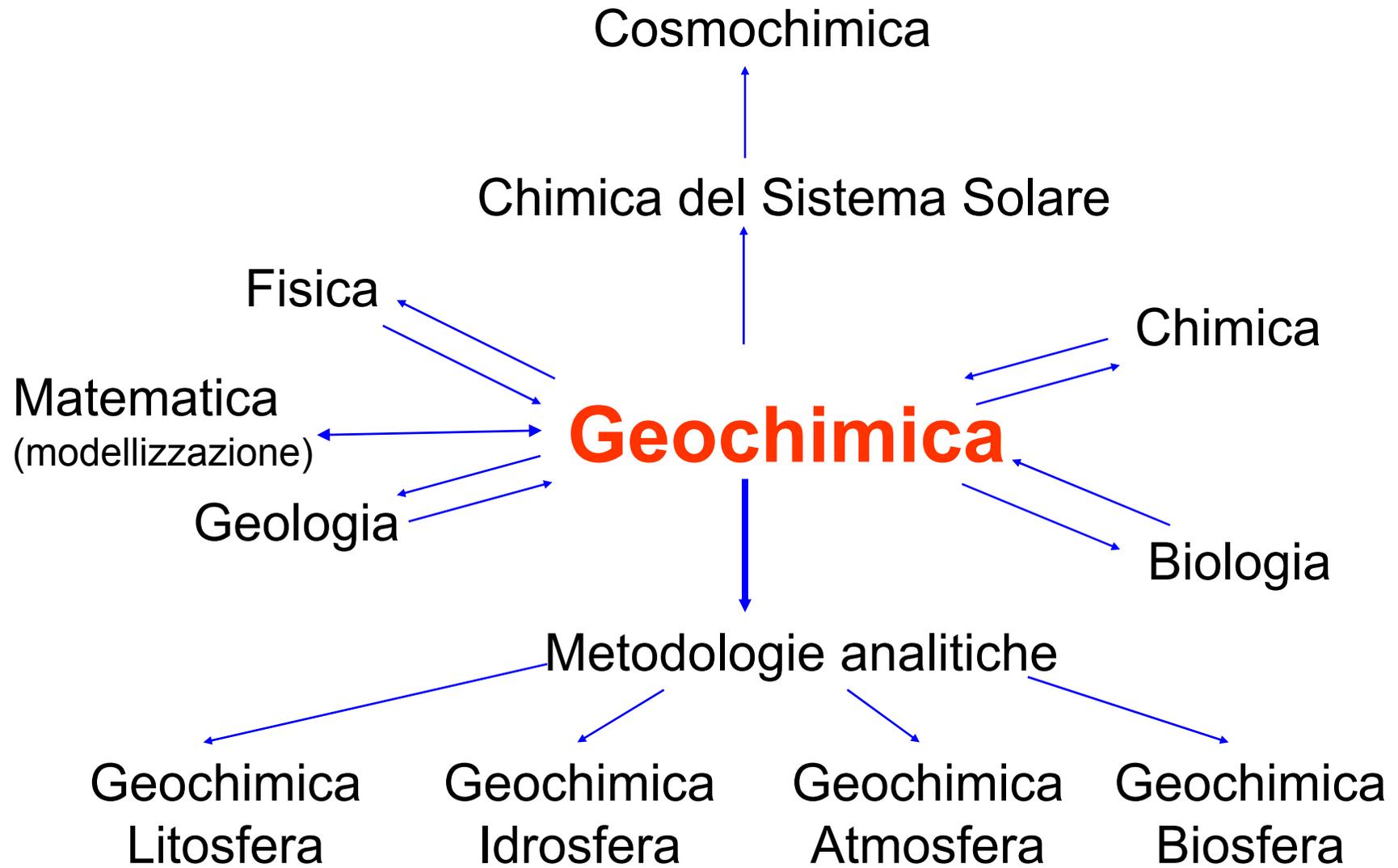
nobel fisica **1906**



F. W. Aston (1877-1945)

nobel chimica **1922**

- La geochimica è parte della cosmochimica e ha come oggetto lo studio chimico della Terra in relazione con gli altri corpi del sistema solare e dell'universo conosciuto
- La geochimica studia la composizione della Terra nel suo insieme e nelle sue parti, la distribuzione degli elementi e dei nuclidi nello spazio e nel tempo e tutti i mutamenti chimici connessi con i fenomeni geologici
- La geochimica è una tipica materia interdisciplinare ed esistono quindi vaste aree di sovrapposizione con altre discipline quali la mineralogia, la petrologia, la biologia, le scienze dell'atmosfera e dell'idrosfera



Materiali Geologici:

Copyright (c) 1997 Maria Horvath
All Rights Reserved.



Meteoriti



Atmosfera



Acqua



Rocce terrestri



Materiale organico e derivati



Ghiacciai



Minerali



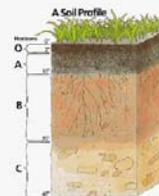
Gas Naturali e Vulcanici

Materiali Antropici

Soil Horizons

A layer of soil, approximately parallel to the surface, having distinct characteristics produced by soil forming processes.

Used to classify the soil and make interpretations.

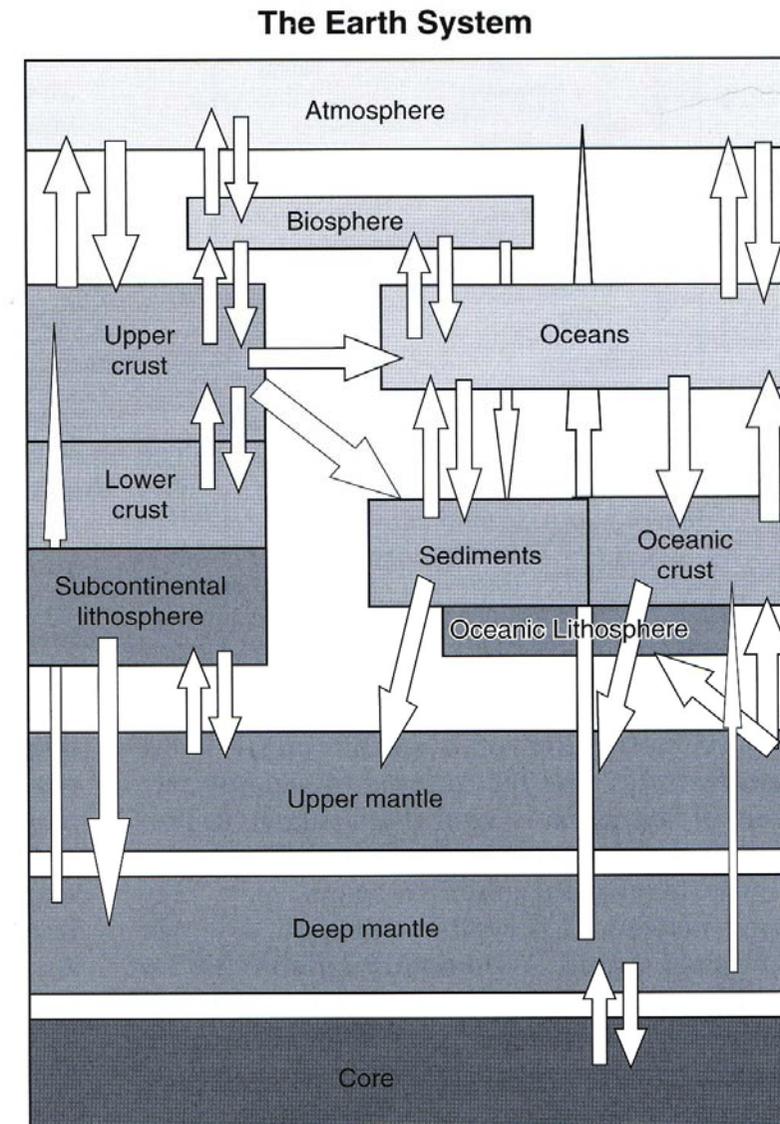


Suoli

Sistema: entità costituita da varie parti tra loro correlate che funzione come un corpo unico

Reservoir: una parte del sistema definita in termini della quantità di materiale (massa o volume) contenuta (boxes)

Flusso: quantità di energia o materia trasferita da un serbatoio (in/out) in un dato tempo, trasferimento di massa



Feedback loops: legame tra due o più componenti di un sistema che genera un meccanismo di auto-perpetuazione degli effetti di un cambiamento

Un insieme di azioni produce automaticamente delle reazioni entro il sistema; il feedback può essere positivo (amplifica il cambiamento) o negativo (ne diminuisce gli effetti)

Steady state (stato stazionario): condizione di un sistema le cui caratteristiche non cambiano nel tempo (inflow ed outflow sono bilanciati)

Perturbazione: temporaneo disturbo di un sistema

Forcing: influenza persistente di lungo termine di un sistema

Tempo di residenza: tempo medio che una sostanza (elemento) passa in un dato serbatoio in stato stazionario rispetto a questa