

- essere isotopi di elementi che formano possibilmente una grande varietà di composti ed essere importanti costituenti dei sistemi naturali solidi e fluidi;
- avere massa atomica relativamente piccola;
- avere grande differenza tra la massa dell'isotopo raro e quella dell'isotopo più abbondante;
- avere l'abbondanza dell'isotopo raro sufficientemente alta per permettere precise determinazioni dei rapporti isotopici mediante gli spettrometri di massa.

In virtù di ciò i principali rapporti isotopici utilizzati in geochimica sono i seguenti:

$^{13}\text{R} = ^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  per il carbonio,  $^{18}\text{R} = ^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  per l'ossigeno,  $^2\text{H} = ^2\text{H}/^1\text{H}$  per l'idrogeno.

#### 4.2.3.1 La notazione delta ( $\delta$ )

Lo studio sistematico della composizione isotopica degli elementi leggeri nei diversi composti naturali permette di evidenziare un certo numero di variazioni sistematiche e di composizioni tipo. Essendo queste variazioni composizionali particolarmente deboli, al fine di poter confrontare i dati provenienti da laboratori diversi, si preferisce esprimere la deviazione del rapporto isotopico di un campione da quello di uno standard convenzionalmente scelto, attraverso una notazione specifica, l'unità  $\delta$ , espressa in unità per mille (‰) e definita come segue:

$$\delta = \left( \frac{\text{Rapporto isotopico del campione}}{\text{Rapporto isotopico dello standard}} - 1 \right) \cdot 10^3$$

Le sostanze scelte come standard internazionali per gli elementi stabili più comuni sono le seguenti:

- **SMOW** (Standard Mean Ocean Water), composizione isotopica media delle acque oceaniche attuali (Craig, 1961), rispetto alla quale vengono espressi i rapporti isotopici dell'idrogeno e dell'ossigeno misurati nelle acque;
- **V-SMOW** (Vienna Standard Mean Ocean Water), acqua standard di composizione isotopica quasi identica a SMOW, distribuita dall'International Atomic Energy Agency (IAEA) di Vienna. I valori assoluti dei rapporti  $^2\text{H}/^1\text{H}$  e  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  per il V-SMOW sono i seguenti:  $^2\text{H}/^1\text{H} = 0.000316$ ;  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O} = 0.0039948$ ;
- **PDB** (rapporto isotopico misurato nel rostro della *Belemnite* della Pee-Dee Formation del Cretaceo della Carolina meridionale, USA), rispetto al quale vengono espressi i rapporti isotopici dell'ossigeno e del carbonio dei carbonati. Il PDB, originario è esaurito da parecchio tempo, ma è rimasto il riferimento primario per esprimere le variazioni naturali dei tenori isotopici di carbonio-13, rispetto al quale vengono tarati i materiali di riferimento, disponibili presso l'Agenzia Internazionale dell'Energia Atomica (AIEA) a Vienna (Austria). Le determinazioni isotopiche dell'abbondanza naturale di carbonio-13 sono pertanto espresse, per convenzione, rispetto al V-PDB (Vienna Pee-Dee Belemnite). Il valore assoluto del rapporto  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  è il seguente: 0.0112372.