

Per sottolineare la grande importanza pratica della legge di azione di massa, consideriamo il seguente equilibrio:



Se il processo viene fatto avvenire in un recipiente chiuso munito di manometro, si osserva che la pressione tende ad aumentare a causa della produzione di  $\text{CO}_2$  fino a raggiungere, alla temperatura di  $900\text{ }^\circ\text{C}$ , il valore di  $105\text{ kPa}$ : le proprietà macroscopiche non variano più e il sistema è in equilibrio.

Se ora togliamo dal sistema una certa quantità di  $\text{CO}_2$ , costringiamo altro  $\text{CaCO}_3$  a decomporsi per riprodurre la specie sottratta e, come prevede il principio di Le Châtelier, l'equilibrio si sposta a destra. Se questa sottrazione è continua, la reazione diretta procede fino alla completa decomposizione di tutto il  $\text{CaCO}_3$  presente.

In queste condizioni non si raggiunge mai l'equilibrio, e ciò risulta chiaro dal momento che per sottrarre  $\text{CO}_2$  abbiamo «aperto» il sistema facendo venire meno la condizione fondamentale per il raggiungimento dell'equilibrio.

In realtà è proprio a questo artificio che si ricorre per realizzare industrialmente la decomposizione di  $\text{CaCO}_3$ , processo molto importante che permette di produrre ogni anno enormi quantità di  $\text{CaO}$  (calce viva) che trova impiego in edilizia e in agricoltura.

La materia prima del processo è costituita dalla «pietra da calce», particolare tipo di pietra calcarea: la reazione si fa avvenire in forni verticali nei quali la pietra viene introdotta continuamente insieme al combustibile, generalmente carbon coke; contemporaneamente si procede dal basso allo scarico della calce prodotta.

L'altro prodotto ( $\text{CO}_2$ ) viene allontanato rapidamente dal sistema e viene normalmente recuperato. In questo modo, il contenuto del forno rimane pressoché costante.

La costanza delle proprietà in questa situazione non è più configurabile come uno stato di equilibrio, bensì come uno **stato stazionario**. L'equilibrio infatti può esistere solo in un sistema chiuso.

Lo stato stazionario nella fornace, che è un sistema aperto, viene realizzato facendo in modo che l'aggiunta del reagente ( $\text{CaCO}_3$ ) e l'allontanamento dei prodotti ( $\text{CaO}$  e  $\text{CO}_2$ ) siano effettuati con la stessa velocità.

