

GIULIO NATTA / ITALO PASQUON

PRINCIPI

DELLA CHIMICA

INDUSTRIALE

VOLUME PRIMO

**APPLICAZIONI DELLA
TERMODINAMICA
ALLE REAZIONI DELLA GRANDE
INDUSTRIA CHIMICA**

**TAMBURINI EDITORE
MILANO**

PIANO GENERALE DELL'OPERA

VOLUME I

Applicazioni della Termodinamica
alle reazioni della grande industria chimica

VOLUME II

Applicazioni della cinetica e della catalisi
alle reazioni chimiche industriali

VOLUME III

Criteri per l'applicazione industriale
dei processi di separazione e di purificazione

VOLUME IV

Criteri per l'impostazione
e la condotta dei processi chimici

F. Natta

PRINCIPI DELLA CHIMICA INDUSTRIALE

GIULIO NATTA

Premio Nobel per la Chimica

Professore di Chimica Industriale al Politecnico di Milano

ITALO PASQUON

Professore di Chimica Industriale al Politecnico di Milano

VOLUME PRIMO

Applicazioni della Termodinamica
alle reazioni della grande industria chimica



TAMBURINI EDITORE - MILANO

1966

COPYRIGHT © 1966
TAMBURINI EDITORE s.p.a. - MILANO

*Tutte le copie debbono portare la firma
di almeno uno degli Autori*

1 perquis

Nº 0474

PRINTED IN ITALY
STABILIMENTO GRAFICO TAMBURINI EDITORE s.p.a. - MILANO

PREFAZIONE

Quando nel 1938 fui chiamato ad insegnare Chimica Industriale al Politecnico di Torino, e successivamente a quello di Milano, dopo aver insegnato, come professore di ruolo, Chimica Generale a Pavia e Chimica Fisica a Roma, mi ripromisi di impostare il corso in modo ben diverso da come era stato fatto fino ad allora nei Politecnici e nelle Università Italiane.

I programmi tradizionali, infatti, suddividevano gli argomenti a seconda delle analogie di proprietà e di impiego dei principali prodotti chimici di produzione industriale (come ad es. acidi, basi, fertilizzanti, idrati di carbonio, fibre tessili naturali e sintetiche, etc.). Per ciascun prodotto si descrivevano i metodi più diffusi seguendone, eventualmente, lo sviluppo storico. Generalmente i corsi avevano un carattere descrittivo, ed il loro aggiornamento incontrava serie difficoltà data la riservatezza mantenuta dai principali costruttori di impianti e dalle industrie che li esercivano, sui perfezionamenti apportati. Fin dall'inizio, mi ero ripromesso di svolgere un programma che fosse più formativo che informativo e che spiegasse i concetti fondamentali della Chimica Industriale e delle vie da seguire per ottenere le massime rese ed i minori prezzi di costo.

A tale scopo venivano richiamati alcuni concetti della termodinamica, già in parte sviluppati da un punto di vista teorico nei corsi di Chimica Fisica, e ne veniva mostrata l'importanza pratica nella previsione e nell'ottenimento delle massime rese, a seconda dei diversi fattori che possono influire sugli equilibri chimici. Veniva inoltre sviluppata, da un punto di vista generale, la Cinetica Chimica, in particolare dei processi catalitici. La classificazione di tali processi non era tanto basata sul tipo di applicazione dei prodotti ottenuti, quanto sul tipo di reazione (termicità, variazione di entalpia libera, temperatura di esercizio, comportamento cinetico) determinante l'impostazione del ciclo lavorativo ed il tipo di reattore da impiegarsi.

Questi concetti sono stati via via affinati ed estesi anche per merito dei miei collaboratori ed in particolare del prof. Pasquon, che tiene il primo dei due corsi di Chimica Industriale al Politecnico di Milano, e che mi ha anche spesso sostituito nello svolgimento del secondo corso.

Questo testo, oltre ai tre primi volumi di carattere generale, che sono dedicati alle applicazioni della termodinamica, della cinetica e della catalisi, e dei processi di frazionamento, comprende anche una parte dedicata allo studio dell'impostazione e della condotta dei processi chimici.

In quest'ultima parte, i processi chimici industriali più importanti e significativi, sono illustrati applicando i concetti discussi nella parte generale, in modo che il corso presenti, anche in questa fase, un carattere più formativo che informativo. In questa sede vengono illustrati non soltanto i singoli procedimenti, ma soprattutto discusse le ragioni per cui un procedimento viene in pratica preferito — sempre, oppure in condizioni particolari — ad un altro chimicamente possibile.

La particolare impostazione data a questo corso dovrebbe consentire ai giovani, che nella loro carriera professionale dovranno studiare nuovi procedimenti, di impostare e seguire lo sviluppo di una produzione industriale o di controllarne l'esercizio. Permetterà inoltre di prevedere, nella condotta di un processo chimico, come quest'ultimo venga influenzato o meno dalle variazioni prevedibili di fattori diversi.

Una preparazione di tipo formativo è tanto più importante oggi data la produzione di massa di certi prodotti: piccole variazioni nelle rese o nella purezza dei prodotti ottenuti possono infatti determinare la convenienza e l'economicità di un processo.

L'enorme e continua evoluzione dell'industria chimica in generale, e di quella petrolchimica in particolare, rende attuali nuove lavorazioni e nuovi prodotti e richiede un numero sempre maggiore di tecnici per l'impostazione razionale di nuovi processi industriali sulla base di dati chimici, termici, energetici e cinetici, la cui conoscenza è quindi di fondamentale importanza.

Ritengo che il trattato al quale abbiamo dato il titolo di « Principi della Chimica Industriale » — possa essere utile, oltre che per la formazione degli allievi, in particolare di quelli di ingegneria chimica, anche per i progettisti che svolgono la loro attività negli uffici tecnici e per i tecnici che lavorano nei laboratori di ricerca dell'industria, e nelle fabbriche per la messa in marcia e per l'esercizio di nuovi processi chimici.

G. NATTA

INTRODUZIONE AL I° VOLUME

Tra i diversi dati che devono essere noti per impostare, comprendere ed anche saper condurre nel modo più opportuno un processo chimico, quelli di carattere termodinamico hanno sovente una posizione preminente.

Particolarmente utile è ad esempio la conoscenza dei ΔG° di formazione dei composti dagli elementi e dei ΔG° di reazione, sovente indispensabile per risolvere importanti quesiti quali i seguenti:

- calcolo della costante di equilibrio di una data reazione, alle diverse temperature;*
- calcolo della resa massima raggiungibile in un dato processo chimico (condotto in una sola operazione, senza allontanamento dei prodotti e senza ricicli);*
- possibilità pratiche di attuazione di una reazione;*
- stabilità termodinamica di un dato composto rispetto ad altri, o rispetto agli elementi che lo costituiscono;*
- calcolo della tensione minima da applicare ad una cella elettrochimica affinché in essa si possa verificare una data reazione;*
- ricerca delle condizioni operative (di temperatura, di pressione o di concentrazione) più vantaggiose per effettuare una data reazione, con alte rese;*
- ricerca delle condizioni operative più vantaggiose affinché in un dato processo si formi la minor quantità di prodotti non desiderati, attraverso reazioni secondarie.*

La conoscenza dei dati termochimici (ΔH di reazione, calori specifici, calori latenti) è a sua volta molto utile per precisare certe modalità operative connesse alla regolazione termica di una data operazione ed il tipo di reattore da impiegare. Ad esempio, il fatto che una reazione sia molto esotermica può suggerire l'impiego di un reattore o di un tipo di processo radicalmente diversi da quelli consigliabili per una reazione endotermica o meno esotermica.

Lo scopo fondamentale di questo volume è appunto quello di illustrare allo studioso i modi di valutazione delle grandezze termodinamiche delle sostanze chimiche e di mostrare, con alcuni esempi, la loro applicazione allo studio delle reazioni dell'industria chimica.

Si è dato un certo rilievo ad alcuni metodi di calcolo — tra quelli proposti in letteratura — aventi un ampio campo di applicabilità (metodi generalizzati per lo studio dei gas reali, contributo di gruppi per il calcolo dei ΔG° e ΔH° dei composti organici, ecc.), corredandoli di tabelle e diagrammi attinti dalla letteratura più recente, con l'intento di mettere in grado lo studioso di valutare con rapidità e con buona approssimazione le grandezze che desidera conoscere.

Non si è tuttavia trascurato di citare i testi ed i manuali più aggiornati, per lo studio di altri metodi di calcolo e per la ricerca dei valori più accurati delle grandezze in esame.

Per comodità di esposizione ed anche per comodità degli studiosi, nel primo capitolo di questo volume vengono richiamati alcuni concetti e definizioni che sono oggetto dei corsi di Chimica Fisica; non è superfluo ricordare che la corretta applicazione del valore numerico di una data grandezza termodinamica non è compatibile con l'ignoranza del significato corretto di detta grandezza.

A qualche vecchio chimico ed a qualche giovane che non è ancora venuto a contatto coi problemi veri della moderna industria chimica, potrà forse sembrare eccessivo lo sviluppo dato ai richiami di termodinamica. Si fa presente però che ad essi è stata data un'impostazione un po' diversa da quella abituale di molti corsi universitari, per dare una chiara sensazione della portata e della utilizzabilità della termodinamica chimica.

Gli Autori