

INDICE GENERALE

Prefazione

Sommario

Parte Prima: **Introduzione ai processi**

Capitolo I: L'industria dei prodotti petroliferi, petrolchimici e chimici

I.1 - Definizione dei prodotti	3
I.2 - I sottoprodotti	5
I.3 - Struttura dell'industria petrolchimica e della raffinazione	6
I.3.1 - <i>L'industria della raffinazione del petrolio</i>	6
I.3.2 - <i>L'industria petrolchimica</i>	9
I.4 - Processi termici e catalitici	12
I.5 - Apparecchiature principali	12
I.6 - I materiali dell'industria petrolchimica	22
I.7 - Gli schemi	26

Capitolo II: Materie prime e prodotti petroliferi

II.1 - Generalità	30
II.2 - Il petrolio	31
II.2.1 - <i>Composizione</i>	31
II.2.2 - <i>Gli idrocarburi del petrolio</i>	31
II.2.3 - <i>I non-idrocarburi del petrolio</i>	33
II.2.4 - <i>Sostanze estranee: acqua, sali e sedimenti</i>	40
II.2.5 - <i>Classificazione dei petroli grezzi</i>	40
II.3 - Il gas naturale	48
II.3.1 - <i>Composizione</i>	48
II.3.2 - <i>Trattamenti del gas naturale</i>	49
II.4 - I prodotti petroliferi	52
II.4. 1 - <i>Generalità</i>	52
II.4. 2 - <i>Specifiche e prodotti</i>	54
II.4. 3 - <i>Gas combustibili e gas liquefatti</i>	54
II.4. 4 - <i>Benzine</i>	55
II.4. 5 - <i>Solventi</i>	59
II.4. 6 - <i>Petrolio (cherosene) e carboturbo (jet-fuel)</i>	59
II.4. 7 - <i>Gasolio</i>	60
II.4. 8 - <i>Oli combustibili</i>	61
II.4. 9 - <i>Oli lubrificanti</i>	62
II.4.10 - <i>Bitumi</i>	65
II.5 - <i>Infiammabilità delle miscele di idrocarburi</i>	65

Capitolo III: Equilibrio liquido-vapore di miscele complesse

III.1 - Le miscele complesse	68
III.2 - Basi sperimentali per la caratterizzazione di miscele complesse	69
III.2.1 - <i>Densità</i>	69
III.2.2 - <i>Viscosità</i>	69
III.2.3 - <i>Curve di distillazione</i>	70
III.3 - Parametri caratteristici delle miscele complesse	75
III.4 - Correlazioni empiriche tra le curve ASTM, TBP e EFV	79
III.5 - Effetto della pressione sulle curve EFV	85
III.6 - Curve ASTM, TBP ed EFV a pressione ridotta	88
III.7 - Scomposizione (break-down) delle miscele complesse	90
III.7.1 - <i>Procedure di scomposizione</i>	90
III.7.2 - <i>Previsione delle proprietà di ogni pseudocomponente</i>	92
III.8 - Calcolo degli equilibri di fase	93
III.8.1 - <i>Il flash di miscele di idrocarburi</i>	94
III.8.2 - <i>Calcolo del flash secondo i metodi della termodinamica</i>	94
III.8.3 - <i>Valutazione dei rapporti di equilibrio</i>	97
III.8.4 - <i>Nuovi sviluppi</i>	102

Capitolo IV: I catalizzatori industriali

IV. 1 - Le reazioni chimiche	105
IV. 2 - Brevi richiami di termodinamica delle reazioni	106
IV. 3 - Alcuni richiami di cinetica	109
IV. 4 - Concetto di catalisi	110
IV. 5 - Catalizzatori eterogenei	112
IV. 6 - Adsorbimento sulle superfici	114
IV.6.1 - <i>Proprietà delle superfici</i>	114
IV.6.2 - <i>Adsorbimento fisico e chimico</i>	116
IV.6.3 - <i>Isoterme e isobare di adsorbimento</i>	117
IV. 7 - Chemisorbimento sulle superfici metalliche	119
IV.7.1 - <i>Classificazione dei metalli e dei gas in funzione della capacità di chemisorbimento</i>	122
IV.7.2 - <i>Aspetti quantitativi del chemisorbimento sui metalli</i>	124
IV.7.3 - <i>Il principio "vulcano"</i>	126
IV. 8 - Chemisorbimento sugli ossidi	129
IV.8.1 - <i>Conducibilità elettrica degli ossidi</i>	129
IV.8.2 - <i>Bande dei livelli energetici</i>	131
IV.8.3 - <i>Semiconduttori e isolanti</i>	132
IV.8.4 - <i>Chemisorbimento sugli ossidi semiconduttori</i>	135
IV.8.5 - <i>Complessità degli ossidi</i>	136
IV. 9 - Ossidi isolanti	136
IV.10 - Catalizzatori acidi solidi	137
IV.10.1 - <i>Il sistema silice-allumina</i>	138
IV.11 - Zeoliti	138
IV.11.1 - <i>Classificazione e proprietà delle zeoliti</i>	139
IV.11.2 - <i>Selettività delle zeoliti</i>	142
IV.12 - I catalizzatori industriali	143
IV.12.1 - <i>Preparazione dei catalizzatori supportati</i>	144
IV.12.2 - <i>Scelta del catalizzatore</i>	146

Capitolo V: Gestione della sicurezza e dei processi

V.1 - Introduzione	149
V.2 - I "dieci comandamenti" per la gestione di un processo	150
V.2.1 - Qualità del progetto	150
V.2.2 - Analisi della sicurezza e dei rischi	151
V.2.3 - Ispezione e manutenzione	156
V.2.4 - Gestione delle modifiche	157
V.3 - Procedure e manuali operativi	157
V.3.1 - Contenuti di un manuale operativo	159
V.4 - Fasi operative di una unità	164
V.4.1 - Bonifiche	165
V.4.2 - Avviamenti e fermate	166
V.5 - Schede di sicurezza	168
V.5.1 - Informazioni tossicologiche	171
V.5.2 - Vie di assorbimento delle sostanze tossiche	171
V.5.3 - Concentrazioni negli ambienti di lavoro	172
V.6 - Segnali di sicurezza	173

Parte Seconda: Principali processi industriali**Capitolo VI: Distillazione del petrolio grezzo**

VI. 1 - Introduzione	175
VI. 2 - Vaporizzazione del grezzo	176
VI. 3 - Distillazione frazionata	178
VI. 4 - Separazione delle frazioni	180
VI. 5 - Stabilizzazione e stripping	183
VI. 6 - Dissalazione	184
VI. 7 - Schemi di processo	187
VI. 8 - Controllo del processo	189
VI. 9 - Variabili operative	189
VI.10 - Calcoli per le unità di distillazione del grezzo	194
VI.10.1 - Modello matematico delle colonne di distillazione	199

Capitolo VII: Distillazione sotto vuoto

VII.1 - Introduzione	200
VII.2 - Colonne per le unità di distillazione sotto vuoto	201
VII.3 - Realizzazione del vuoto	201
VII.4 - Schema di processo	204
VII.5 - Variabili operative	206

Capitolo VIII: Conversione termica: visbreaking

VIII.1 - Introduzione	207
VIII.2 - Scopi del visbreaking	207
VIII.3 - Reazioni del visbreaking	208
VIII.4 - Stabilità dei prodotti	209
VIII.5 - Processi	212
VIII.6 - Variabili operative	214

Capitolo IX: Desolforazione

IX.1 - Introduzione	218
IX.2 - Reazioni di idrodesolforazione	219

IX.3 - Catalizzatori	221
IX.4 - Schemi di processo	223
IX.5 - Variabili operative	225
IX.6 - Altri processi di desolforazione	229
Capitolo X: Isomerizzazione	
X.1 - Introduzione	231
X.2 - Reazioni e catalizzatori di isomerizzazione	232
X.2.1 - <i>Distribuzione dei prodotti all'equilibrio</i>	233
X.2.2 - <i>Veleni del catalizzatore</i>	234
X.3 - Processi	236
X.4 - Variabili operative	240
Capitolo XI: Reforming	
XI.1 - Introduzione	242
XI.2 - Reazioni del reforming	243
XI.3 - Catalizzatori	245
XI.4 - Processi di reforming	248
XI.5 - Variabili operative	254
Capitolo XII: Alchilazione	
XII.1 - Introduzione	260
XII.2 - Reazioni	260
XII.3 - Catalizzatori	263
XII.4 - Processi di alchilazione	264
XII.5 - Variabili operative	267
XII.6 - Processi con catalizzatori solidi	269
Capitolo XIII: Cracking catalitico	
XIII.1 - Introduzione	270
XIII.2 - Catalizzatori per il cracking	272
XIII.3 - Reazioni del cracking	277
XIII.4 - Aspetti termodinamici e cinetici	279
XIII.5 - Processi di cracking catalitico	281
XIII.6 - Definizione di conversione	286
XIII.7 - Concetto di riciclo	288
XIII.8 - Variabili operative	290
XIII.9 - Cracking dei residui	293
Capitolo XIV: Processi di conversione con idrogeno	
XIV.1 - Generalità	294
XIV.2 - Reazioni dell'hydrocracking	296
XIV.3 - Catalizzatori	297
XIV.4 - Processi	298
XIV.4.1 - <i>Mild hydrocracking</i>	300
XIV.4.2 - <i>Deparaffinazione del gasolio</i>	301
XIV.4.3 - <i>Idroconversione dei residui</i>	302
XIV.5 - Variabili operative	303
Capitolo XV: Zolfo da H₂S	
XV.1 - Premessa	308
XV.2 - Produzione di una corrente ricca di H ₂ S	308

XV.3 - Basi del processo Claus	310
XV.4 - Chimica e termodinamica del processo	311
XV.5 - Influenza degli altri componenti dell'alimentazione	315
XV.6 - Processi	316
XV.7 - Variabili operative	320
Capitolo XVI: Idrogeno	
XVI.1 - Introduzione	323
XVI.2 - Il processo di steam reforming	324
XVI.2.1 - Conversione del CO	328
XVI.3 - Catalizzatori	329
XVI.3.1 - Catalizzatori di steam reforming	329
XVI.3.2 - Catalizzatori per la conversione del CO	331
XVI.3.3 - Catalizzatori per la depurazione dell'alimentazione	331
XVI.4 - Fasi principali del processo	332
XVI.4.1 - Produzione di idrogeno nelle raffinerie di petrolio	332
XVI.4.2 - Produzione di gas di sintesi per ammoniaca	335
XVI.4.3 - Variabili operative	339
Capitolo XVII: Olefine	
XVII.1 - Premessa	343
XVII.2 - Le alimentazioni per la produzione di olefine	344
XVII.3 - Basi chimico-fisiche del processo di cracking a olefine	346
XVII.4 - Chimica del processo	352
XVII.5 - Realizzazione industriale dello steam cracking a olefine	354
XVII.5.1 - Premessa	354
XVII.5.2 - Il forno reattore	355
XVII.5.3 - Concetto di tempo di soggiorno equivalente	357
XVII.5.4 - Concetto di severità	359
XVII.5.5 - Controllo del coke	361
XVII.5.6 - Influenza dei vari parametri operativi	363
XVII.5.7 - Quench dei prodotti	365
XVII.6 - Separazione dei prodotti	366
XVII.6.1 - Separazione dei sottoprodotti liquidi	369
XVII.6.2 - Compressione dei gas	370
XVII.6.3 - Separazione dei prodotti gassosi	370
XVII.7 - Idrogenazione selettiva	374
XVII.7.1 - Chimica e chimica fisica del processo di idrogenazione selettiva	374
XVII.7.2 - Realizzazione dell'idrogenazione selettiva	376
XVII.8 - Separazione della frazione C ₄	378
XVII.8.1 - Estrazione del butadiene	379
Capitolo XVIII: Aromatici	
XVIII.1 - Premessa	383
XVIII.2 - Schema generale di produzione dei BTX	384
XVIII.3 - Metodi fisici per la separazione dei BTX	386

XVIII.3.1 - <i>Distillazione</i>	386
XVIII.3.2 - <i>Estrazione con solventi</i>	387
XVIII.3.3 - <i>Distillazione estrattiva</i>	394
XVIII.3.4 - <i>Cristallizzazione</i>	395
XVIII.3.5 - <i>Adsorbimento</i>	398
Appendice 1: Genesi e caratteristiche dei giacimenti di idrocarburi	401
Appendice 2: Unità SI fondamentali, supplementari e derivate	405
<i>Fuori testo:</i>	
Foto 1 ÷ 6 (cap. I)	16
Foto 1 (cap. III)	80
Foto 1 (cap. VI)	192
Foto 1 (cap. VII)	208
Foto 1 e fig. IX.4 (cap. IX)	224
Foto 1 (cap. XI)	256
Foto 1-2 e fig. XIII.16 (cap. XIII)	286
Fig. 3 e 4 (cap. XIV)	298
Foto 1 (cap. XIV)	304
Foto 1 e fig. XV.12 (cap. XV)	320
Foto 1 ÷ 4 (cap. XVI)	336
Foto 1-2 (cap. XVII)	368
Indice	415

* * *