

## INDICE GENERALE

Presentazione	
Capitolo I: Uomo-tecnologia-ambiente	3
I.1 - Rapporto uomo-ambiente	3
I.2 - L'impatto ambientale dell'attività industriale	6
I.2.1 - <i>L'attività produttiva in genere</i>	6
I.2.2 - <i>L'industria chimica</i>	7
I.2.3 - <i>Attività affini con l'industria chimica</i>	7
I.3 - Aspetti sanitari dei rifiuti	9
I.4 - Valutazione dell'impatto ambientale dei rifiuti e dell'attività antropica	9
I.5 - Verso uno sviluppo compatibile con l'ambiente e la conferenza di Rio '92	10
Questionario	17
Capitolo II: Aspetti generali, organizzativi, tecnologici ed economici dell'industria chimica	
II.1 - Aspetti generali dell'industria chimica	20
II.1.1 - <i>Generalità</i>	20
II.1.2 - <i>La produzione chimica</i>	20
II.2 - Aspetti organizzativi dell'industria chimica	21
II.3 - Lo sviluppo del processo chimico e la costruzione dell'impianto	25
II.3.1 - <i>Generalità</i>	25
II.3.2 - <i>La ricerca</i>	25
II.3.3 - <i>Scelta del processo</i>	27
II.3.4 - <i>Aspetti tecnologici del processo chimico</i>	27
II.3.5 - <i>Ubicazione, sicurezza e compatibilità ambientale degli impianti: il programma "Responsible care"</i>	32
II.3.6 - <i>Costruzione, collaudo, avviamento ed esercizio dell'impianto</i>	37
II.4 - Automazione, ottimizzazione e ruolo del computer nella produzione chimica	40
II.4.1 - <i>Generalità</i>	40
II.4.2 - <i>Il controllo automatico e l'anello di regolazione</i>	42
II.4.3 - <i>Regolatori</i>	46
II.4.4 - <i>Ruolo del computer come unità di processo</i>	51
II.4.5 - <i>Tipi di connessione e funzioni del computer di processo</i>	52
II.4.6 - <i>Ruolo del computer nel controllo operativo integrato</i>	53
II.4.7 - <i>Ruolo del computer nella progettazione degli impianti chimici</i>	54
II.5 - Aspetti economici dell'industria chimica	56
II.5.1 - <i>Generalità</i>	56
II.5.2 - <i>Il mercato</i>	56
II.5.3 - <i>L'investimento per la realizzazione di un processo chimico</i>	58
II.5.4 - <i>Il costo di un prodotto chimico e le sue componenti</i>	59
II.5.5 - <i>Valutazione del costo totale del venduto</i>	61
II.5.6 - <i>Scelta della potenzialità dell'impianto</i>	62
II.5.7 - <i>L'utile economico del processo</i>	65
II.5.8 - <i>Interazione produzione - mercato - ambiente: il costo pieno</i>	72
II.6 - Il brevetto	73
Questionario	75

**Capitolo III: L'energia**

III.1 - Energia e sviluppo .....	79
III.2 - Le fonti di energia .....	82
III.3 - Il valore dell'energia .....	82
III.3.1 - Generalità .....	82
III.3.2 - Efficienza del secondo ordine .....	83
III.4 - I consumi energetici .....	87
III.4.1 - La situazione internazionale .....	87
III.4.2 - La situazione italiana .....	91
III.5 - Energia e industria chimica .....	93
III.5.1 - I consumi energetici: il ruolo del petrolio e delle fonti alternative .....	93
III.5.2 - Il risparmio energetico .....	95
III.5.3 - La conservazione delle risorse .....	97
III.5.4 - Il risparmio energetico e la conservazione delle risorse: il ruolo dell'innovazione tecnologica .....	98
III.5.5 - Il risparmio energetico e la conservazione delle risorse: tempi di azione .....	99

**Capitolo IV: Le acque e i processi per il loro trattamento**

IV.1 - Generalità .....	105
IV.2 - Le caratteristiche delle acque naturali .....	106
IV.3 - Requisiti d'impiego delle acque .....	109
IV.3.1 - Requisiti delle acque per uso potabile e civile .....	110
IV.3.2 - Requisiti delle acque per uso industriale .....	111
IV.4 - Consumo e approvvigionamento delle acque .....	115
IV.5 - Le acque di scarico o reflue .....	116
IV.6 - Parametri analitici relativi alle acque .....	118
IV.7 - Il trattamento delle acque .....	120
IV.7.1 - Generalità .....	120
IV.7.2 - Trattamenti primari o fisici .....	122
IV.7.3 - Trattamenti biologici o secondari .....	134
IV.7.4 - Trattamenti chimici o terziari .....	142
IV.7.5 - Trattamento e smaltimento dei fanghi .....	161
IV.8 - Esempi di trattamento di acque di primo impiego e reflue .....	167
IV.8.1 - Potabilizzazione di acque superficiali e profonde .....	168
IV.8.2 - Trattamento di reflui urbani .....	173
Questionario .....	179

**Capitolo V: L'aria**

V.1 - Generalità .....	181
V.2 - La combustione .....	182
V.2.1 - I combustibili .....	182
V.2.2 - Il comburente .....	184
V.2.3 - Il controllo della combustione .....	187
V.3 - L'inquinamento atmosferico .....	188
V.4 - Effetti dei principali inquinanti atmosferici prodotti dall'attività antropica .....	191
V.5 - La prevenzione dell'inquinamento atmosferico .....	194
V.6 - Gli standard di qualità dell'aria .....	199
Questionario .....	203

**Capitolo VI: Termodinamica, stechiometria, cinetica, reattori, operazioni unitarie e sicurezza nella realizzazione dei processi chimici industriali**

VI.1 - Generalità .....	207
VI.2 - Termodinamica dei processi chimici .....	208
VI.2.1 - Generalità e definizioni .....	208
VI.2.2 - Il primo principio della termodinamica e l'entalpia .....	209

VI.2.3 - Il secondo principio della termodinamica e l'entropia .....	218
VI.2.4 - L'energia libera .....	224
VI.2.5 - L'equilibrio chimico .....	239
VI.3 - Elementi di stechiometria industriale .....	260
VI.3.1 - Bilanci di materia ed energia .....	260
VI.3.2 - Reagente limitante .....	262
VI.3.3 - Conversione, resa e selettività .....	263
VI.4 - Elementi di cinetica chimica .....	266
VI.4.1 - Generalità .....	266
VI.4.2 - Velocità di reazione .....	267
VI.4.3 - Velocità di reazione e condizioni sperimentali .....	269
VI.4.4 - Meccanismo di reazione e teoria del complesso attivato .....	277
VI.4.5 - Catalisi e catalizzatori .....	278
VI.4.6 - Isoterme di reazione .....	284
VI.5 - Il reattore chimico .....	287
VI.5.1 - Generalità .....	287
VI.5.2 - Omogeneità della massa e fenomeni di diffusione .....	287
VI.5.3 - Il controllo della temperatura .....	289
VI.5.4 - Classificazione dei reattori chimici .....	291
VI.5.5 - Dimensionamento dei reattori chimici .....	294
VI.6 - Operazioni unitarie .....	300
VI.7 - Innovazione di processo .....	301
VI.8 - Sicurezza del processo chimico, dell'ambiente di lavoro e dei prodotti .....	302
Questionario .....	304
<b>Capitolo VII: Materie prime e materie prime seconde</b>	
VII.1 - Generalità .....	311
VII.2 - Materie prime .....	311
VII.2.1 - Aria, acqua, gas di sintesi .....	312
VII.2.2 - Carbone .....	314
VII.2.3 - Petrolio e gas naturale .....	315
VII.2.4 - Biomassa .....	315
VII.2.5 - Cloruro di sodio .....	317
VII.2.6 - Zolfo e solfuri .....	319
VII.2.7 - Minerali metalliferi .....	320
VII.2.8 - Fosforiti .....	321
VII.2.9 - Silice, calcare e argille .....	322
VII.3 - Materie prime seconde .....	323
VII.3.1 - Rifiuti da attività civili e industriali .....	324
VII.3.2 - Riciclaggio dei rifiuti e produzione di materie prime seconde .....	327
VII.3.3 - Smaltimento dei rifiuti e legislazione .....	329
Questionario .....	333
<b>Capitolo VIII: Gas di sintesi, ammoniaca e derivati (acido nitrico), metanolo</b>	
VIII.1 - Gas di sintesi .....	337
VIII.1.1 - Generalità .....	337
VIII.1.2 - Produzione del gas di sintesi azoto-idrogeno .....	338
VIII.2 - Ammoniaca .....	349
VIII.2.1 - Generalità e mercato .....	349
VIII.2.2 - Aspetti termodinamici relativi alla reazione di sintesi dell'ammoniaca .....	352
VIII.2.3 - Aspetti cinetici e catalizzatore per la reazione di sintesi dell'ammoniaca .....	355
VIII.2.4 - Altri fattori che influenzano la termodinamica e la cinetica della reazione di sintesi dell'ammoniaca .....	358
VIII.2.5 - Aspetti tecnologici relativi alla sintesi dell'ammoniaca .....	360
VIII.3 - Acido nitrico .....	366
VIII.3.1 - Generalità e mercato .....	366
VIII.3.2 - Problemi relativi alla produzione industriale dell'acido nitrico .....	368
VIII.3.3 - Processi industriali di produzione dell'acido nitrico .....	372

VIII.4 - Metanolo .....	374
VIII.4.1 - Generalità e mercato .....	374
VIII.4.2 - Produzione industriale del metanolo .....	376
VIII.5 - Idrogeno .....	381
VIII.6 - Sicurezza e protezione ambientale .....	382
Questionario .....	384
<b>Capitolo IX: Petrolio, gas naturale, petrolchimica e carbone</b>	
IX.1 - Petrolio .....	387
IX.1.1 - Generalità, riserve, produzione e consumo di petrolio .....	387
IX.1.2 - Origine, ricerca ed estrazione del petrolio .....	393
IX.1.3 - Composizione, classificazione, analisi e caratteristiche del petrolio .....	395
IX.1.4 - Valutazione commerciale e tecnologica del petrolio .....	396
IX.1.5 - Raffinazione del petrolio .....	397
IX.1.6 - Trattamenti delle frazioni petrolifere .....	404
IX.1.7 - Processi di conversione delle frazioni petrolifere .....	406
IX.2 - Gas naturale .....	418
IX.2.1 - Generalità, consumi e riserve di gas naturale .....	418
IX.2.2 - Estrazione, trasporto e uso del gas naturale .....	419
IX.2.3 - Trattamenti del gas naturale .....	420
IX.3 - Petrochimica .....	421
IX.3.1 - Utilizzazione degli aromatici .....	423
IX.3.2 - Utilizzazione delle olefine .....	430
IX.3.3 - Produzione del metil-terziario-butil-etero (MTBE) .....	433
IX.4 - Combustibili solidi: il carbone .....	435
IX.4.1 - Generalità, consumi, riserve .....	435
IX.4.2 - Struttura, proprietà e classificazione dei carboni .....	436
IX.4.3 - Impieghi del carbone .....	437
IX.5 - Problemi di sicurezza ed ambientali nelle operazioni relative al petrolio, al gas naturale ed al carbone .....	438
IX.6 - Prospettive future dell'industria petrolifera .....	440
IX.7 - Un esempio concreto: la raffineria Mobil Oil-Italia di Napoli .....	441
IX.7.1 - Aspetti organizzativi .....	441
IX.7.2 - Impianti di produzione .....	441
IX.7.3 - Servizi di raffineria .....	445
IX.7.4 - Trattamento dei reflui .....	445
Questionario .....	448
<b>Capitolo X: Polimeri e materiali polimerici</b>	
X.1 - Generalità, produzione e mercato dei polimeri e dei materiali polimerici .....	453
X.2 - Classificazione dei polimeri .....	456
X.3 - Proprietà dei polimeri .....	458
IX.3.1 - Isomeria .....	458
IX.3.2 - Caratteristiche e proprietà dei polimeri allo stato solido .....	460
X.4 - Preparazione dei polimeri .....	464
X.4.1 - Aspetti termodinamici delle reazioni di polimerizzazione e stabilità dei polimeri .....	464
X.4.2 - Cinetica, meccanismi e catalizzatori usati nelle reazioni di polimerizzazione .....	467
X.5 - Tecnologie di produzione dei polimeri e dei materiali polimerici .....	474
X.5.1 - Polimerizzazione in massa o in blocco .....	474
X.5.2 - Polimerizzazione in soluzione .....	474
X.5.3 - Polimerizzazione in emulsione .....	475
X.5.4 - Polimerizzazione in perle o in sospensione .....	475
X.6 - Preparazione industriale di alcuni polimeri sintetici .....	476
X.6.1 - Produzione di poliolefine .....	476
X.6.2 - Produzione di polistirene .....	485
X.6.3 - Produzione di poliammidi .....	486
X.6.4 - Produzione di poliesteri .....	487

X.7 - Polimeri degradabili .....	488
X.7.1 - <i>La degradabilità dei polimeri</i> .....	488
X.7.2 - <i>Polimeri direttamente biodegradabili</i> .....	490
X.7.3 - <i>Polimeri biodegradabili dopo fotodegradazione</i> .....	492
X.7.4 - <i>Limiti dei polimeri e dei materiali polimerici degradabili</i> .....	495
X.8 - Lavorazione dei polimeri e dei materiali polimerici .....	496
X.8.1 - <i>Additivazione</i> .....	497
X.8.2 - <i>Trasformazione dei polimeri in manufatti e loro finitura</i> .....	499
X.9 - Sicurezza ed impatto ambientale nella produzione, lavorazione ed uso dei polimeri e dei materiali polimerici .....	502
Questionario .....	503
<b>Capitolo XI: La chimica delle sostanze vegetali</b>	
XI.1 - Generalità .....	507
XI.2 - Produzione dello zucchero .....	508
XI.2.1 - <i>Carboidrati e zucchero: generalità</i> .....	508
XI.2.2 - <i>Materie prime utilizzate per la produzione dello zucchero</i> .....	511
XI.2.3 - <i>Produzione dello zucchero dalla barbabietola</i> .....	512
XI.2.4 - <i>L'acqua nell'industria saccarifera</i> .....	521
XI.2.5 - <i>Utilizzazione dei sottoprodotti dell'industria saccarifera</i> .....	522
XI.3 - Oli e grassi .....	524
XI.3.1 - <i>Generalità e mercato</i> .....	524
XI.3.2 - <i>Costituenti degli oli e dei grassi</i> .....	526
XI.3.3 - <i>Proprietà degli oli e dei grassi</i> .....	527
XI.3.4 - <i>Materie prime impiegate nella produzione delle sostanze grasse</i> .....	531
XI.3.5 - <i>Trattamenti preliminari delle materie prime</i> .....	532
XI.3.6 - <i>Tecnologie utilizzate nell'estrazione degli oli e dei grassi</i> .....	533
XI.3.7 - <i>Raffinazione degli oli e dei grassi</i> .....	535
XI.3.8 - <i>Produzione degli oli e dei grassi</i> .....	536
XI.3.9 - <i>Utilizzazione sottoprodotti e impatto ambientale dell'industria degli oli e grassi</i> .....	540
XI.4 - Chimica da biomasse .....	544
Questionario .....	547
Appendice Tabelle UNICHIM .....	551
Bibliografia .....	565
Glossario dei termini non chimici .....	571
Indice analitico .....	577
Indice generale .....	585
<b>Fuori testo:</b>	
Norme generali di prevenzione infortuni e segnali .....	40
Fig. IX.26 .....	442
Fig. IX.27 .....	445
Fig. XI.4 .....	521
Foto 1 ÷ 4 .....	40
Foto 5 ÷ 9 .....	49
Foto 10 ÷ 12 .....	112
Foto 13 ÷ 14 .....	192
Foto 15 ÷ 16 .....	352
Foto 17 ÷ 19 .....	392
Foto 20 ÷ 23 .....	416
Foto 24 .....	496
Foto 25 .....	536