

INDICE GENERALE

Prefazione

Cap. I: Grandezze fisiche ed elementi di termodinamica

I.1 Generalità	1
I.2 Grandezze fisiche e sistemi di misura	1
I.3 Fattori di conversione	5
I.4 Elementi di termodinamica	7
I.4.1 Generalità e definizioni	7
I.4.2 Primo principio della termodinamica	8
I.5 Diagrammi di stato dell'acqua	32
I.6 Cicli termodinamici bifasici	35
I.7 Energia libera	36
Riassunto	37
Questionario	38

Cap. II: Bilanci di materia e di calore e dimensionamento delle apparecchiature

II.1 Generalità	41
II.2 Bilancio di materia	41
II.3 Bilancio di calore	48
II.4 Dimensionamento delle apparecchiature	55
Riassunto	57
Questionario	58

Cap. III: Rappresentazione grafica degli impianti chimici

III.1 Disegno di impianti chimici	61
III.2 Schemi di principio	80
III.3 Schema di processo	81
III.4 Schema di marcia	84
Riassunto	88
Questionario	88

Cap. IV: Strumenti di misura, controllo e automazione negli impianti chimici

IV.1 Generalità	91
IV.2 Strumenti di misura	92
IV.2.1 Misure di pressione	92
IV.2.2 Misure di temperatura	94
IV.2.3 Misure di portata	95
IV.2.4 Misure di livello	100
IV.2.5 Misure di massa volumica o densità	101
IV.2.6 Misure di composizione	102

IV.3 Regolazione, controllo, automazione	103
IV.3.1 Generalità	103
IV.3.2 Regolatori	104
IV.3.3 Il controllo automatico e l'anello di regolazione	106
IV.4 Ruolo del computer nella realizzazione e nella gestione dell'impianto chimico	109
IV.4.1 Il computer nella progettazione degli impianti chimici	110
IV.4.2 Il computer nel controllo degli impianti chimici	110
IV.4.3 Il computer nel controllo operativo integrato	112
IV.4.4 Le reti neurali artificiali e la gestione dell'impianto chimico	113
IV.5 La scelta del sistema di controllo: considerazioni tecniche ed economiche	115
IV.6 Schemi di regolazione	116
Riassunto	118
Questionario	119
Cap. V: La sicurezza dell'impianto chimico	
V.1 La sicurezza: generalità e legislazione	122
V.2 Il rischio nella produzione chimica	124
V.2.1 Il rischio chimico	124
V.2.2 La valutazione del rischio	124
V.2.3 Il documento di valutazione del rischio	127
V.3 Lo studio della sicurezza dell'impianto chimico	128
V.3.1 La procedura HAZOP	129
V.3.2 L'analisi di affidabilità	130
V.4 La riduzione del rischio	133
V.5 Il manuale operativo	135
V.6 La gestione dell'impianto	136
Riassunto	139
Questionario	140
Cap. VI: I materiali da costruzione degli impianti chimici	
VI.1 Generalità	143
VI.2 Struttura dei materiali	144
VI.3 Proprietà meccaniche dei materiali	145
VI.3.1 Prova statica a trazione e compressione	146
VI.3.2 Determinazione dello scorrimento viscoso	148
VI.3.3 Determinazione della durezza	148
VI.3.4 Determinazione della resistenza a fatica	149
VI.3.5 Determinazione della resilienza	150
VI.3.6 Prove non distruttive	151
VI.4 Corrosione dei materiali	151
VI.4.1 Generalità	151
VI.4.2 Corrosione chimica	152
VI.4.3 Corrosione elettrochimica	153
VI.5 Protezione contro la corrosione	156
VI.6 Materiali metallici	158
VI.6.1 Materiali metallici ferrosi	158
VI.6.2 Materiali metallici non ferrosi	162
VI.7 Materiali non metallici	163
VI.8 Resistenza all'attacco chimico di alcuni materiali	169
Riassunto	169
Questionario	169

Cap. VII: I servizi nella conduzione dell'impianto chimico

VII.1 Generalità	173
VII.2 Acqua di raffreddamento	173
VII.3 Energia elettrica e vapore	176
VII.3.1 Generalità e impieghi	176
VII.3.2 La produzione dell'energia e del vapore	177
VII.4 Fluidi termici	186
VII.5 Produzione del freddo	186
VII.5.1 Aspetti termodinamici della produzione del freddo	187
VII.5.2 Realizzazione pratica del ciclo frigorifero	188
VII.5.3 Fluidi frigoriferi	190
VII.6 Aria compressa	193
VII.7 Azoto	193
Riassunto	194
Questionario	194

Cap. VIII: Materiali solidi: trasporto, immagazzinamento e lavorazione

VIII.1 Generalità e confezionamento	197
VIII.2 Trasporto dei materiali solidi	198
VIII.2.1 Generalità	198
VIII.2.2 Trasportatori ed elevatori meccanici	199
VIII.2.3 Trasporto mediante fluidi	201
VIII.3 Immagazzinamento dei materiali solidi	204
VIII.3.1 Generalità	204
VIII.3.2 Capacità e ubicazione dell'immagazzinamento	204
VIII.3.3 Apparecchiature per l'immagazzinamento	205
VIII.4 Lavorazione dei materiali solidi	208
VIII.4.1 Generalità	208
VIII.4.2 Macinazione	208
VIII.4.3 Classificazione	211
VIII.4.4 Granulazione	213
VIII.4.5 Mescolamento dei solidi	214
VIII.5 Schemi grafici	216
Riassunto	217
Questionario	217

Cap. IX: Fluidi: trasporto, immagazzinamento e lavorazione

IX.1 Generalità e proprietà fisiche	221
IX.2 Statica dei fluidi	223
IX.2.1 Pressione idrostatica, effettiva, ed assoluta	224
IX.2.2 Equilibrio energetico ed equazione della statica dei liquidi	225
IX.3 Dinamica dei liquidi o idrodinamica	228
IX.3.1 Generalità	228
IX.3.2 Moto dei liquidi	228
IX.3.3 Legge di conservazione della materia o di continuità	232
IX.3.4 Legge di conservazione dell'energia e teorema di Bernoulli per liquidi ideali ...	233
IX.3.5 Teorema di Bernoulli per liquidi reali e perdite di carico	236
IX.3.6 Applicazioni dell'equazione di Bernoulli	243
IX.4 Macchine operatrici idrauliche: pompe cinetiche e volumetriche	245
IX.4.1 Generalità, classificazione, concetti fondamentali	245
IX.4.2 Pompe cinetiche: centrifughe ed assiali	251
IX.4.3 Pompe rotative volumetriche	263

IX.4.4 Pompe alternative	265
IX.4.5 Scelta della pompa	269
IX.5 Macchine pneumofore: ventilatori e compressori	270
IX.5.1 Generalità	270
IX.5.2 Ventilatori	270
IX.5.3 Compressori	272
IX.6 Tubazioni	280
IX.6.1 Tubi, raccordi, flange, guarnizioni, giunti di dilatazione e organi di ancoraggio, sostegno, guida e supporto	280
IX.6.2 Valvole	284
IX.7 Immagazzinamento dei fluidi	288
IX.7.1 Generalità	288
IX.7.2 Resistenza dei contenitori alle sollecitazioni meccaniche	289
IX.7.3 Casi tipici di stoccaggio e relativi contenitori	289
IX.7.4 Dispositivi ausiliari e gestione in sicurezza dei serbatoi	291
IX.8 Lavorazione dei fluidi	292
Riassunto	293
Questionario	294
Cap. X: Sistemi eterogenei: separazione delle fasi	
X.1 Generalità	299
X.2 Decantazione	300
X.2.1 Aspetti teorici e pratici	300
X.2.2 Apparecchi per la sedimentazione	303
X.3 Filtrazione	305
X.3.1 Aspetti teorici e pratici	305
X.3.2 Scelta e dimensionamento di un filtro	309
X.3.3 Tipi di filtri e loro applicazione	311
X.4 Centrifugazione	322
X.4.1 Aspetti teorici e pratici	322
X.4.2 Centrifughe e loro applicazioni	327
X.5 Produzione del vuoto	332
X.6 Schemi grafici	333
Riassunto	335
Questionario	335
Cap. XI: Trasmissione del calore e scambio termico	
XI.1 Generalità	339
XI.2 Trasmissione del calore per conduzione	340
XI.2.1 Generalità	340
XI.2.2 Pareti piane	343
XI.2.3 Pareti cilindriche	345
XI.3 Trasmissione del calore per convezione	347
XI.3.1 Generalità	347
XI.3.2 Calcolo del coefficiente di trasmissione termica per convezione	348
XI.4 Trasmissione del calore per irraggiamento	355
XI.5 Scambio termico fra due fluidi	356
XI.6 Coibentazione	364
XI.7 Apparecchi per lo scambio termico	366
XI.7.1 Tipi di apparecchi per lo scambio termico	366
XI.7.2 Dimensionamento e costruzione degli scambiatori di calore	373
XI.7.3 Scaricatori di condensa	378

XI.8 Considerazioni economiche	386
XI.9 Controllo automatico di uno scambiatore di calore e schemi grafici	387
Riassunto	389
Questionario	389
Cap. XII: Evaporazione e cristallizzazione	
XII.1 Generalità	393
XII.2 Determinazione della temperatura di ebollizione e del calore latente di evaporazione di una soluzione	394
XII.3 Bilancio di materia e di calore di un evaporatore	396
XII.4 Scambio termico negli evaporatori	398
XII.5 Problemi tecnologici connessi con l'evaporazione	400
XII.6 Evaporatori	402
XII.7 Impianti di evaporazione a più effetti e termocompressione	406
XII.7.1 Multipli effetti	407
XII.7.2 Termocompressione	416
XII.8 Automazione degli impianti di evaporazione	417
XII.8.1 Generalità	417
XII.8.2 Automazione di un evaporatore a singolo effetto	418
XII.8.3 Automazione di un impianto di evaporazione a tre effetti in equicorrente	419
XII.8.4 Automazione in anteazione degli impianti di evaporazione	420
XII.9 Cristallizzazione	420
XII.9.1 Aspetti teorici	420
XII.9.2 Rendimento della cristallizzazione	423
XII.9.3 Apparecchi per la cristallizzazione	425
XII.9.4 Cristallizzazione: schema grafico	428
XII.10 Temi d'esame	429
Riassunto	435
Questionario	436
Cap. XIII: Distillazione	
XIII.1 Generalità	439
XIII.2 Equilibrio liquido-vapore	439
XIII.2.1 Sistemi ideali	439
XIII.2.2 Sistemi reali	445
XIII.2.3 Influenza della pressione e della temperatura sull'equilibrio liquido-vapore.	449
XIII.3 Sistemi di distillazione	450
XIII.4 Distillazione di equilibrio	451
XIII.5 Distillazione semplice o differenziale	454
XIII.6 Distillazione frazionata o con riflusso	456
XIII.6.1 Generalità	456
XIII.6.2 Principio di funzionamento	456
XIII.6.3 Teoria della colonna di frazionamento	458
XIII.6.4 Bilancio di calore della colonna di frazionamento	467
XIII.6.5 Colonna di frazionamento di solo arricchimento e di solo esaurimento	471
XIII.6.6 Colonne di frazionamento discontinue	472
XIII.7 Distillazione in corrente di vapore o stripping	474
XIII.8 Caratteristiche costruttive e funzionamento delle colonne di distillazione a piatti ...	477
XIII.8.1 Generalità e materiali da costruzione	477
XIII.8.2 Caratteristiche dei piatti	477
XIII.8.3 Funzionamento delle colonne a piatti	480
XIII.8.4 Dimensionamento delle colonne a piatti	483

XIII. 9	Distillazione mediante colonne a riempimento	485
XIII.10	Il risparmio energetico nella distillazione: automazione e tecnologie innovative..	487
XIII.10.1	Automazione degli impianti di distillazione	487
XIII.10.2	Tecnologie innovative	491
XIII.11	Temi d'esame	495
Riassunto	503	
Questionario	503	
Cap. XIV: Assorbimento dei gas mediante lavaggio		
XIV.1	Generalità	507
XIV.2	Equilibrio liquido-gas e considerazioni tecnologiche	507
XIV.3	Teoria dell'assorbimento dei gas e calcolo delle colonne a riempimento	510
XIV.4	Apparecchi per l'assorbimento e caratteristiche costruttive delle colonne a riempimento	514
XIV.5	Recupero del componente assorbito	517
XIV.6	Tecnologie innovative: separazione di gas mediante membrane permeoselettive	518
XIV.7	Schemi grafici e sistemi di controllo	519
XIV.8	Temi d'esame	520
Riassunto	523	
Questionario	523	
Cap. XV: Estrazione con solvente		
XV. 1	Generalità	527
XV. 2	Aspetti teorici	528
XV. 3	Bilancio di materia	529
XV. 4	Estrazione solido-liquido	530
XV.4.1	Generalità e introduzione ai metodi grafici	530
XV.4.2	Diagrammi ternari	530
XV.4.3	Determinazione grafica del numero degli stadi teorici nell'estrazione solido-liquido in controcorrente	534
XV. 5	Estrazione liquido-liquido	538
XV.5.1	Generalità	538
XV.5.2	Equilibrio liquido-liquido	538
XV.5.3	Determinazione grafica del numero degli stadi teorici nell'estrazione liquido-liquido	540
XV. 6	Trasformazione dei diagrammi ternari in binari e determinazione del numero degli stadi teorici mediante la retta di lavoro	546
XV. 7	Scelta del solvente e tecnologie	551
XV. 8	Apparecchi industriali	553
XV.8.1	Estrazione liquido-solido	554
XV.8.2	Estrazione liquido-liquido	556
XV. 9	Tecnologie innovative: estrazione con fluidi supercritici	560
XV.10	Temi d'esame	563
Riassunto	571	
Questionario	571	
Cap. XVI: Essiccamento e liofilizzazione		
XVI.1	Generalità	575
XVI.2	Equilibrio liquido-gas e diagramma igrometrico	576
XVI.3	Preparazione dell'aria essiccante	582
XVI.4	Essiccamento dei solidi	584

XVI.4.1 Generalità	584
XVI.4.2 Umidità di equilibrio e velocità di essiccamento dei solidi	584
XVI.4.3 Studio quantitativo dell'essiccamento dei solidi	586
XVI.4.4 Tecniche di conduzione dell'essiccamento	589
XVI.4.5 Apparecchi per l'essiccamento dei solidi e loro automazione	590
XVI.5 Liofilizzazione	596
XVI.6 Temi d'esame	598
Riassunto	605
Questionario	605
Appendice I: Laboratorio	
A.I. 1 Generalità	609
A.I. 2 La sicurezza nel laboratorio chimico	609
A.I. 3 Determinazione di grandezze termodinamiche	611
A.I. 4 Strumenti di misura e controllo	612
A.I. 5 Materiali da costruzione	613
A.I. 6 Servizi	613
A.I. 7 Materiali solidi	614
A.I. 8 Fluidi	615
A.I. 9 Sistemi eterogenei: separazione delle fasi	621
A.I.10 Trasmissione del calore	621
A.I.11 Evaporazione	622
A.I.12 Distillazione	623
A.I.13 Assorbimento e lavaggio dei gas	626
A.I.14 Estrazione con solvente	627
A.I.15 Essiccamento	629
Appendice II: Esame di stato: seconda e terza prova scritta	
A.II.1 Generalità e normativa	630
A.II.2 Seconda prova scritta o scrittografica	631
A.II.3 Terza prova scritta a carattere pluridisciplinare	633
Appendice III: Metodo dei minimi quadrati e di Gauss-Siedel	
A.III.1 Metodo dei minimi quadrati applicato ad equazioni polinomiali	640
A.III.2 Metodo di Gauss-Siedel per la risoluzione dei sistemi di equazioni	642
Appendice IV: Programma in qbasic	
A.IV.1 FG5.BAS: programma di calcolo per la risoluzione col metodo continuo di Gauss-Siedel dei sistemi di equazioni ottenuti col metodo dei minimi quadrati	645
A.IV.2 Listato del programma FG5.BAS	646
Appendice V: Temi d'esame: seconda prova	
A.V.1 Anno scolastico 2000	651
A.V.2 Anno scolastico 2001	653
A.V.3 Anno scolastico 2002	656
A.V.4 Anno scolastico 2003	660
A.V.5 Anno scolastico 2004	662
Bibliografia	I
Glossario	V
Indice analitico	IX
Indice generale	XV

Fuori testo:

Norme generali di prevenzione infortuni e segnali	128
Foto 1 ÷ 6 (cap. VI)	160
Foto 7 ÷ 16 (cap. IX)	224
Foto 17 ÷ 26 (cap. X)	320
Foto 27 ÷ 29 (cap. XI)	368
Foto 30 – 31 (cap. XII)	400
Foto 32 ÷ 36 (cap. XIII)	464
Foto 37 ÷ 39 (cap. XVI)	592
Foto 40 ÷ 42 (app. I)	624