

INDICE GENERALE

Capitolo 1

L'ATOMO E IL SISTEMA PERIODICO DEGLI ELEMENTI

1.1	Generalità sulla struttura dell'atomo	4
	BOX 1.1 • MASSA DELL'ATOMO E MASSA DELL'ELETTRONE	4
1.2	Modello quantistico dell'atomo di idrogeno	5
1.3	Quantizzazione dei raggi delle orbite dell'atomo di idrogeno	5
	BOX 1.2 • NUMERO ATOMICO E LEGGE DI COULOMB	6
1.4	Quantizzazione dell'energia dell'elettrone dell'atomo di idrogeno	6
	BOX 1.3 • STATI STAZIONARI ED ENERGIA DELL'ELETTRONE	7
1.5	Spettro di emissione dell'idrogeno	8
1.6	Completamenti successivi della quantizzazione di Bohr	9
1.7	Principio di esclusione di Pauli	11
1.8	L'elettrone e la sua onda associata	11
	BOX 1.4 • MICROSCOPIO OTTICO E MICROSCOPIO ELETTRONICO	12
1.9	Trattazione ondulatoria degli elettroni di un atomo	15
1.10	Gli orbitali	16
	BOX 1.5 • SIGNIFICATO FISICO DEL PRINCIPIO DI INDETERMINAZIONE	19
1.11	Rappresentazione dell'atomo di idrogeno nella teoria ondulatoria	19
1.12	Forme degli orbitali	20
1.13	Energia degli orbitali	22
1.14	Principio della massima molteplicità	23
	BOX 1.6 • SPIN E PRINCIPIO DI HUND	24
1.15	Costruzione ideale di atomi	24
	BOX 1.7 • DAL PROTONE ALLO IONE	25

1.16	Il sistema periodico degli elementi	26
1.17	Cenno storico sulla classificazione periodica degli elementi	29
1.18	La tabella periodica di Bohr	30
	BOX 1.8 • IL RAGGIO ATOMICO	31
1.19	Elementi di uno stesso gruppo	33
	BOX 1.9 • AUFBAU: DUE CASI REALI	34
1.20	Elementi di uno stesso periodo	34
1.21	Sistema periodico e proprietà chimiche	36
	BOX 1.10 • CARICA NUCLEARE EFFETTIVA: ESEMPI DI CALCOLO	40
1.22	La posizione dell'idrogeno nella tabella periodica	42
1.23	Quadro riassuntivo degli argomenti trattati nel capitolo	42
1.24	Alcune considerazioni di filosofia della scienza	45

Capitolo 2

IL LEGAME CHIMICO

2.1	Introduzione	49
	BOX 2.1 • DISTANZA DI LEGAME	50
	BOX 2.2 • FORZE QUANTISTICHE DI SCAMBIO	51
2.2	Il legame ionico e i solidi ionici	53
2.3	Il legame covalente (o legame atomico)	68
	BOX 2.3 • RAPPRESENTAZIONE DEGLI ATOMI SECONDO LEWIS	70
2.4	Legame metallico	90
	BOX 2.4 • MECCANISMO DI FUSIONE DEI SOLIDI	94
	BOX 2.5 • EFFETTO DELLA TEMPERATURA SUL LEGAME METALLICO	95
	BOX 2.6 • MECCANISMO DI TRASPORTO NEI SEMICONDUTTORI INTRINSECI	96

2.5	I legami misti	96	BOX 4.1 • TERMOMETRI DI PRECISIONE	149	
2.6	Formule di struttura e geometria molecolare	98	4.5	Peso atomico, peso molecolare (peso formula)	150
2.7	Strutture molecolari	105	BOX 4.2 • PESO ATOMICO, PESO MOLECOLARE	151	
2.8	Il legame a elettroni delocalizzati	118	4.6	Grammoatomo, grammomolecola, grammoformula, mole	152
	BOX 2.7 • LA RISONANZA NELLA MOLECOLA DEL CO	119	4.7	L'equazione di stato dei gas ideali ricavata mediante osservazioni sperimentali	152
2.9	Solidi covalenti	121	4.8	Leggi di Boyle, di Charles, di Gay Lussac	153
2.10	I legami deboli	123	4.9	Legge di Avogadro	156
	BOX 2.8 • DIPENDENZA DELLE INTERAZIONI DEBOLI TRA MOLECOLE DALLA DISTANZA	126	4.10	Numero di Avogadro	156
2.11	I solidi molecolari	127	BOX 4.3 • DIMOSTRAZIONE DEL PRINCIPIO DI AVOGADRO	157	
2.12	Quadro riassuntivo degli argomenti trattati nel capitolo	127	4.11	Pressioni parziali: legge di Dalton	157
Capitolo 3			4.12	Teoria cinetica dei gas: legge di Maxwell-Boltzmann	159
NUMERO DI OSSIDAZIONE, OSSIDORIDUZIONE, CARICA FORMALE			BOX 4.4 • MISURA DELLE VELOCITÀ DELLE PARTICELLE DI UN GAS; VELOCITÀ MEDIA E QUADRATICA MEDIA	160	
3.1	Introduzione al bilanciamento delle reazioni chimiche	131	4.13	Relazione tra energia cinetica e temperatura	162
3.2	Numero di ossidazione	132	4.14	Equazione di stato del gas ideale ricavata mediante la teoria cinetica	163
3.3	Ossidazione, riduzione, ossidoriduzione	136	4.15	Determinazione del peso molecolare di una specie gassosa in base all'equazione di stato dei gas	166
3.4	Reazioni di ossidoriduzione (reazioni redox)	137	4.16	Determinazione del peso molecolare di una specie gassosa in base alla legge di Avogadro	166
3.5	Carica formale	142	4.17	Determinazione del peso molecolare di una specie gassosa in base alla proporzionalità fra energia cinetica molecolare e temperatura	167
	BOX 3.1 • IL METODO DI BILANCIAMENTO IONICO-ELETTRONICO O DELLE SEMIREAZIONI	143	4.18	Gas reali	168
3.6	Quadro riassuntivo degli argomenti trattati nel capitolo	145	4.19	Equazione di van der Waals per i gas reali	169
Capitolo 4			4.20	Stato critico dei gas reali	172
LO STATO GASSOSO			BOX 4.5 • FLUIDI SUPERCRITICI	174	
4.1	Il gas ideale	147	4.21	Quadro riassuntivo degli argomenti trattati nel capitolo	175
4.2	Pressione	148			
4.3	Volume	148			
4.4	Temperatura	148			

Capitolo 5

TERMODINAMICA CHIMICA

	BOX 5.1 • IMPLICAZIONI ECONOMICHE E AMBIENTALI DELLO STUDIO TERMODINAMICO DEI PROCESSI	178
5.1	Stato termodinamico di un sistema e variabili di stato	179
5.2	Le funzioni di stato	181
5.3	Primo principio della termodinamica	183
	BOX 5.2 • EQUIVALENZA TRA LE UNITÀ DI MISURA PER L'ENERGIA	183
	BOX 5.3 • LA CONVENZIONE: ACCORDO TRA PERSONE	184
	BOX 5.4 • SIGNIFICATO DI INTEGRALE	186
5.4	Lavoro compiuto da un sistema reversibilmente o irreversibilmente	189
5.5	Effetto Joule-Thomson	192
5.6	La funzione di stato entalpia	194
5.7	Termochimica	195
	BOX 5.5 • CALORI SPECIFICI DEI GAS	202
5.8	Relazione tra entalpia, energia interna e calori specifici	202
5.9	Dipendenza di ΔH e ΔU dalla temperatura	203
5.10	Applicazioni chimiche della funzione di stato entalpia	205
	BOX 5.6 • EN TALPIA MOLARE STANDARD DEI COSTITUENTI ELEMENTARI	208
5.11	Legge di Hess	211
5.12	Termodinamica dei processi spontanei (o irreversibili)	219
5.13	Il secondo principio della termodinamica e la spontaneità delle trasformazioni termodinamiche	220
	BOX 5.7 • PIANI DI SIMMETRIA	226
5.14	Il terzo principio della termodinamica	227
5.15	Variazione dell'entropia con la temperatura	229
5.16	Il secondo principio e la relazione tra calore e lavoro; il ciclo di Carnot	231

	BOX 5.8 • PROCESSI ISOTERMI E PROCESSI ADIABATICI	232
	BOX 5.9 • CASI REALI DI RENDIMENTO	233
	BOX 5.10 • CONOSCENZA DEL VALORE DEL ΔS DI UNA REAZIONE	234
5.17	Variazione di entropia nei sistemi isolati	234
5.18	Previsione della spontaneità delle reazioni – energia libera	237
	BOX 5.11 • ENERGIA LIBERA DI HELMHOLTZ	238
5.19	Energia libera e lavoro utile	240
5.20	Energia libera e principio dell'equilibrio chimico	241
5.21	Quadro riassuntivo degli argomenti trattati nel capitolo	244

Capitolo 6

CINETICA CHIMICA

6.1	Premessa	247
6.2	Meccanismo di reazione	247
6.3	Molecolarità di reazione	249
	BOX 6.1 • I RAGGI MOLECOLARI	249
6.4	Velocità di reazione	250
6.5	Ordine di reazione	253
	BOX 6.2 • L'ORDINE DI REAZIONE: DA COSA DIPENDE?	254
6.6	Costante di equilibrio e costanti di velocità	255
6.7	Velocità di reazione e temperatura	256
	BOX 6.3 • COSTANTE CINETICA E COSTANTE TERMODINAMICA	258
6.8	Reazioni fotochimiche	259
	BOX 6.4 • FATTORE PREESPOENZIALE: DIPENDENZA DALLA TEMPERATURA	259
	BOX 6.5 • L'ENERGIA DI UNA RADIAZIONE: FLUORESCENZA E FOSFORESCENZA	260
	BOX 6.6 • I RADICALI LIBERI	261
6.9	I catalizzatori	262
	BOX 6.7 • CATALIZZATORI E COSTANTE DI EQUILIBRIO	263
	BOX 6.8 • L'ADSORBIMENTO	264

6.10	Catalisi eterogenea	264	8.4	Diagramma di stato dell'acqua	296
6.11	Catalisi enzimatica	266		BOX 8.1 • GHIACCIO E AMBIENTI NATURALI	299
6.12	Catalisi omogenea	267	8.5	Diagramma di stato del diossido di carbonio	300
6.13	Quadro riassuntivo degli argomenti trattati nel capitolo	269		BOX 8.2 • VISIONE TRIDIMENSIONALE DEL DIAGRAMMA DI STATO DELL'ACQUA	301
Capitolo 7				BOX 8.3 • IL GHIACCIO SECCO	302
GLI STATI CONDENSATI				BOX 8.4 • BRINA E RUGIADA	302
7.1	Stato solido: generalità	271	8.6	Sublimazione, brinamento	302
7.2	I cristalli	272		BOX 8.5 • SUBLIMAZIONE E LIOFILIZZAZIONE	303
	BOX 7.1 • ALLOTROPIA E POLIMORFISMO	274	8.7	Quadro riassuntivo degli argomenti trattati nel capitolo	304
7.3	Solidi covalenti	274	Capitolo 9		
7.4	Solidi ionici	275	SOLUZIONI DI NON ELETTROLITI		
7.5	Solidi molecolari	275			305
7.6	Solidi metallici	276	9.1	Generalità	305
7.7	Stato liquido	277	9.2	Passaggio in soluzione acquosa di solidi ionici	306
	BOX 7.2 • I CRISTALLI LIQUIDI	278		BOX 9.1 • L'ENERGIA DI SOLVATAZIONE	307
7.8	Energia superficiale (o tensione superficiale)	278	9.3	Passaggio in soluzione acquosa di solidi molecolari	308
7.9	Viscosità	282	9.4	Passaggio in soluzione acquosa di specie liquide e di specie gassose	308
7.10	Pressione di vapore (o tensione di vapore)	282	9.5	Amalgami	309
	BOX 7.3 • LA TENSIONE DI VAPORE: QUALCOSA IN PIÙ	283	9.6	Concentrazione delle soluzioni	309
7.11	Equazione di Clapeyron	284	9.7	Composizione percentuale	310
	BOX 7.4 • L'EQUILIBRIO LIQUIDO-VAPORE	286	9.8	Frazione molare	310
7.12	Equilibrio liquido/vapore in presenza di altri gas	288	9.9	Molalità	311
7.13	Temperatura di ebollizione	288	9.10	Molarità (o formalità)	311
7.14	Quadro riassuntivo degli argomenti trattati nel capitolo	289	9.11	Normalità	312
Capitolo 8			9.12	Alcune osservazioni sulle soluzioni titolate	313
PASSAGGI DI STATO E DIAGRAMMI DI STATO			9.13	Solubilità di specie chimiche	314
		291	9.14	Entalpia di mescolamento (o di soluzione)	315
8.1	Fusione, evaporazione (e solidificazione, condensazione)	291		BOX 9.2 • GLI IMPACCHI FREDDI	316
8.2	Liquefazione (e condensazione)	295	9.15	Legge di Raoult	316
8.3	Diagrammi di stato di specie chimiche pure	296			

9.16	Relazione fra composizione di una miscela di due liquidi e composizione del suo vapore	317	BOX 9.6 • IL METODO OSMOMETRICO	340
9.17	Variazione dell'energia libera nel fenomeno di soluzione	317	9.30 Raffreddamento di soluzioni	340
9.18	Liquidi immiscibili	320	9.31 Diagrammi eutettici	341
9.19	Liquidi parzialmente miscibili	321	BOX 9.7 • L'EUTETTICO	341
	BOX 9.3 • LACUNA DI MISCIBILITÀ E REGOLA DELLA LEVA	322	BOX 9.8 • LE MISCELE FRIGORIFERE	343
9.20	Liquidi miscibili: miscele che seguono la legge di Raoult	324	9.32 Pressione osmotica: generalità	347
9.21	Liquidi miscibili: miscele che non seguono la legge di Raoult	325	9.33 Membrane semipermeabili	347
9.22	Distillazione frazionata di miscele di liquidi: premessa	327	BOX 9.9 • L'IMPORTANZA BIOLOGICA DEI FENOMENI OSMOTICI	348
9.23	Diagramma di distillazione di soluzioni di due liquidi A, B che seguono soddisfacentemente la legge di Raoult	328	9.34 Misura della pressione osmotica	349
9.24	Diagramma di distillazione di soluzioni di due liquidi A, B che presentano deviazioni negative dalla legge di Raoult	329	9.35 Interpretazione termodinamica della pressione osmotica	350
	BOX 9.4 • LE COLONNE DI DISTILLAZIONE	330	9.36 Considerazioni sul significato della pressione osmotica	353
9.25	Diagramma di distillazione di soluzioni di due liquidi A, B che presentano deviazioni positive dalla legge di Raoult	332	BOX 9.10 • MISURAZIONI OSMOMETRICHE	354
9.26	Soluzioni diluite di soluti non volatili e non elettroliti: generalità	333	9.37 Determinazione del peso molecolare mediante misure di pressione osmotica	354
9.27	Variazioni della pressione di vapore del solvente nel passaggio solvente puro → soluzione diluita di soluto non volatile e non elettrolita	333	9.38 Le proprietà colligative	354
9.28	Variazione della temperatura di ebollizione (e di congelamento) del solvente per aggiunta di soluto non volatile e non elettrolita	335	9.39 Solubilità di specie gassose nei liquidi	355
	BOX 9.5 • INTEGRAZIONE DELL'EQUAZIONE (15)	337	9.40 Quadro riassuntivo degli argomenti trattati nel capitolo	357
9.29	Metodi crioscopico ed ebullioscopico per la determinazione dei pesi molecolari di specie chimiche solubili, non volatili e non elettroliti	339	BOX 9.11 • L'ARIA DISCIOLTA NELL'ACQUA	357
Capitolo 10				
DISSOCIAZIONE GASSOSA				361
10.1	Densità gassose anomale dovute a dissociazione	361	BOX 10.1 • LA DENSITÀ RELATIVA	361
10.2	Grado di dissociazione e fattore di dissociazione	363	BOX 10.2 • LA DISSOCIAZIONE TERMICA DI PCL ₅	363
	BOX 10.3 • L'EQUILIBRIO CHIMICO	364	10.3 Determinazione di α mediante misure di densità	364
10.3	Determinazione di α mediante misure di densità	364	BOX 10.4 • COME SI DETERMINA α : QUALCHE ESEMPIO	365
10.4	Determinazione di α mediante l'equazione di stato dei gas	365		

10.5	Densità gassose anomale dovute ad associazione	366	BOX 12.1 • GRANDEZZE PARZIALI MOLARI	393		
10.6	Quadro riassuntivo degli argomenti trattati nel capitolo	366	BOX 12.2 • IL POTENZIALE CHIMICO μ	393		
			BOX 12.3 • RELAZIONI INDIPENDENTI DI UNA CATENA DI UGUAGLIANZE E VARIABILI INDIPENDENTI	394		
Capitolo 11			12.5	Legge di Gibbs (regola delle fasi)	394	
EQUILIBRI CHIMICI OMOGENEI			369	12.6	Calcolo del numero dei componenti indipendenti in sistemi eterogenei in cui esistono equilibri chimici	395
11.1	Equilibrio chimico: generalità	369	12.7	Applicazione della regola delle fasi a sistemi in cui non esistono equilibri chimici (<i>1° esempio: diagramma di stato di una specie pura</i>)	397	
11.2	Legge dell'equilibrio chimico	371		BOX 12.4 • IL POLIMORFISMO	398	
	BOX 11.1 • COME SI DETERMINA K_p : UN ESEMPIO	374	12.8	Applicazione della regola delle fasi a sistemi in cui non esistono equilibri chimici (<i>2° esempio: lacuna di miscibilità di due liquidi</i>)	400	
11.3	Relazione fra i valori di K_p e di K_c di uno stesso equilibrio gassoso	375	12.9	Applicazione della regola delle fasi a sistemi in cui non esistono equilibri chimici (<i>3° esempio: diagrammi eutettici</i>)	401	
	BOX 11.2 • L'EQUILIBRIO GASSOSO: CALCOLO NUMERICO E CALCOLO DIMENSIONALE	375		BOX 12.5 • DIAGRAMMI EUTETTICI	402	
11.4	Dipendenza della costante di equilibrio dalla temperatura	376	12.10	Applicazione della regola delle fasi a sistemi in cui non esistono equilibri chimici (<i>4° esempio: soluzioni sature</i>)	402	
11.5	Dipendenza della composizione di un equilibrio gassoso dalla pressione	377	12.11	Applicazione della regola delle fasi a sistemi in cui esistono equilibri chimici	403	
	BOX 11.3 • EQUILIBRIO DI VAN'T HOFF E SOLUBILITÀ	377		BOX 12.6 • IL SOLFATO DI RAME PENTAIDRATO	403	
11.6	Costante di equilibrio e grado di dissociazione	379		BOX 12.7 • LA ZEROVARIANZA	406	
11.7	Validità generale della legge delle masse per ogni equilibrio chimico omogeneo	380	12.12	Quadro riassuntivo degli argomenti trattati nel capitolo	406	
11.8	Applicazione della legge delle masse a equilibri omogenei in soluzione	382	Capitolo 13			
11.9	Osservazione sui limiti di validità delle espressioni di K_p e di K_c	383	SOLUZIONI DI ELETTROLITI			
11.10	Quadro riassuntivo degli argomenti trattati nel capitolo	383	13.1	Dissociazione elettrolitica: generalità	409	
Capitolo 12			13.2	Le proprietà colligative nelle soluzioni elettrolitiche	413	
EQUILIBRI ETEROGENEI			387	13.3	Conducibilità elettrica delle soluzioni elettrolitiche	414
12.1	Generalità	387		BOX 13.1 • LA CONDUTTANZA	415	
12.2	Fasi di un sistema eterogeneo	388				
12.3	Grado di libertà (o varianza) di un sistema in equilibrio	389				
12.4	Potenziale chimico	391				

BOX 13.2 · LA LEGGE DI OHM	417	14.4	Acidi e basi di Lewis	441
BOX 13.3 · IL PONTE DI KOHLRAUSCH	418	14.5	Forza degli acidi e delle basi	442
13.4 Conduttanza specifica	418	BOX 14.3 · L'EQUILIBRIO MULTIPLO		446
13.5 Conduttanza equivalente	419	14.6 Fattori strutturali che influenzano la forza di un acido	447	
BOX 13.4 · IMPOSSIBILITÀ DELLA MISURA DIRETTA DI Δ	420	BOX 14.4 · GLI ACIDI OSSIGENATI	447	
13.6 Legge della migrazione indipendente degli ioni	422	14.7 Specie anfotere; specie anfiprotiche	449	
13.7 Numero di trasporto	423	14.8 Prodotto ionico dell'acqua	450	
BOX 13.5 · NUMERO DI TRASPORTO: ANIONI E CATIONI	424	BOX 14.5 · ACIDI E BASI	451	
13.8 Conduttanza equivalente a diluizione infinita di specie ioniche singole	424	14.9 Grado di acidità di soluzioni acquose: il pH	452	
BOX 13.6 · λ° DI H^+	425	BOX 14.6 · CONDIZIONE DI ELETTRONEUTRALITÀ DELLE SOLUZIONI	454	
13.9 Determinazione conduttometrica del grado di dissociazione di un elettrolita debole	426	BOX 14.7 · CONDIZIONE PROTONICA	454	
13.10 Attività e coefficiente di attività	426	14.10 Calcolo del pH di soluzioni acquose di acidi (o di basi)	454	
13.11 Teoria degli elettroliti forti	428	BOX 14.8 · APPROSSIMAZIONE DI CALCOLO PER IL CALCOLO DEL pH DI ACIDI FORTI	456	
BOX 13.7 · L'EFFETTO WIEN	429	BOX 14.9 · DISSOCIAZIONE DI UN ELETTROLITA DEBOLE COME FUNZIONE DELLA COSTANTE DI EQUILIBRIO (K) E DELLA CONCENTRAZIONE (C)	458	
BOX 13.8 · IL COEFFICIENTE DI ATTIVITÀ	430	14.11 Gli indicatori di pH	458	
13.12 Validità generale del concetto di attività	431	BOX 14.10 · IL FUNZIONAMENTO DEGLI INDICATORI DI PH	459	
BOX 13.9 · CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI ATTIVITÀ DI UN COMPONENTE DI UNA SOLUZIONE	431	14.12 Quadro riassuntivo degli argomenti trattati nel capitolo	461	
13.13 Impiego dell'attività negli equilibri chimici	432	BOX 14.11 · IL CAMPO DI VIRAGGIO	461	
13.14 Quadro riassuntivo degli argomenti trattati nel capitolo	434	BOX 14.12 · MISURE CON INDICATORI	462	

Capitolo 14

EQUILIBRI IONICI: ACIDI E BASI

14.1 Premessa	437
14.2 Definizioni di acido e di base secondo Arrhenius	438
14.3 Sistemi acido-base secondo Brønsted e Lowry	439
BOX 14.1 · PARALLELISMO TRA REAZIONI ACIDO-BASE E REDOX	439
BOX 14.2 · SUPERACIDI	440

Capitolo 15

EQUILIBRI IONICI IN SOLUZIONE: IDROLISI SALINA, SISTEMI TAMPONE, PRODOTTO DI SOLUBILITÀ

15.1 Premessa	465
15.2 Idrolisi salina	466
15.3 Costante di idrolisi	469
15.4 pH di idrolisi	470
15.5 Grado di idrolisi	475
15.6 Miscele di due o più soluzioni acquose	476

BOX 15.1 · SOLUZIONE DI ACIDO DEBOLE CON UN SUO SALE CON BASE FORTE	483	15.22 Quadro riassuntivo degli argomenti trattati nel capitolo	504
15.7 Soluzioni tampone (generalità)	485		
15.8 Meccanismo di funzionamento delle soluzioni tampone	486		
BOX 15.2 · PROCEDURA DI CALCOLO DEL pH PER IL CASO B	487		
15.9 Soluzioni tampone basate su equilibri di dissociazione di acidi poliprotici	488		
BOX 15.3 · I TAMPONI: QUALCOSA IN PIÙ	489		
15.10 Tamponi universali	490		
15.11 Comportamento tampone di soluzioni concentrate di solo acido forte o di sola base forte	490		
15.12 Soluzioni tampone costituite da un'unica specie chimica in soluzione	491		
BOX 15.4 · LE PROPRIETÀ TAMPONANTI DI SOLUZIONI DI ACIDI E BASI FORTI MOLTO CONCENTRATE	491		
15.13 Titolazioni acido-base (o titolazioni di neutralizzazione)	492		
15.14 Titolazione di acido forte con base forte (o di base forte con acido forte)	493		
15.15 Titolazione di acido debole con base forte (o di base debole con acido forte)	495		
15.16 Titolazione di acido debole poliprotico con base forte (o di base debole poliacida con acido forte)	498		
15.17 Titolazione di acido debole con base debole (e viceversa)	499		
15.18 Equilibri eterogenei elettrolita solido/soluzione satura	499		
15.19 Prodotto di solubilità di sali che non danno idrolisi	499		
15.20 Applicazioni del prodotto di solubilità	501		
BOX 15.5 · IL PRODOTTO DI SOLUBILITÀ: QUALCHE AGGIORNAMENTO	501		
BOX 15.6 · APPLICAZIONI DI K_s : QUALCHE ESEMPIO IN DETTAGLIO	502		
15.21 Prodotto di solubilità di sali che si idrolizzano, di acidi, di basi	503		
BOX 15.7 · DAL PRODOTTO DI SOLUBILITÀ ALLA SOLUBILITÀ	504		
		Capitolo 16	
		POTENZIALI ELETTRODICI – PILE	509
		16.1 Premessa	509
		BOX 16.1 · DAI METALLI AI LORO IONI IN SOLUZIONE	510
		16.2 Potenziali elettrodici: generalità	510
		BOX 16.2 · STIMA DELLA QUANTITÀ DI METALLO CHE PASSA IN SOLUZIONE	511
		BOX 16.3 · F.E.M. E D.D.P.	512
		BOX 16.4 · ANODO E CATODO	513
		16.3 Termodinamica della trasformazione energia chimica → energia elettrica; equazione di Nernst	515
		BOX 16.5 · FARADAY, COULOMB, AMPERE	515
		BOX 16.6 · F.E.M. STANDARD	516
		16.4 Potenziale di un semielemento	517
		BOX 16.7 · ESEMPIO DI CALCOLO DI ΔE	517
		16.5 Semielemento in cui l'elettrodo prende parte all'equilibrio elettrodico	518
		16.6 Semielemento in cui l'elettrodo non prende parte all'equilibrio elettrodico	518
		16.7 Semielemento a idrogeno (elettrodo a idrogeno)	519
		BOX 16.8 · LE SONDE ELETTRICHE	519
		16.8 Potenziali di semielementi costituiti da più di due specie chimiche	521
		16.9 Pile elettrochimiche: generalità	521
		16.10 Pile chimiche	522
		BOX 16.9 · FUNZIONAMENTO DEL PONTE SALINO	523
		16.11 Pila chimica costituita da un semielemento standard a idrogeno e da un semielemento standard di rame	524
		16.12 Pila chimica costituita da un semielemento standard a idrogeno e da un semielemento standard di zinco	525

16.13 Pila chimica costituita da un semielemento $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ e da un semielemento a idrogeno	526	17.3 Legge di Faraday	568
16.14 Serie dei potenziali redox standard in soluzione acquosa	526	17.4 Specie presenti in soluzione che prendono parte al processo di elettrolisi	569
16.15 Semielementi di riferimento	529	17.5 Rendimento di corrente e rendimento energetico nella elettrolisi	570
BOX 16.10 - L'ELETTRODO A CALOMELANO	529	17.6 Elettrolisi di sali fusi	571
16.16 Pile di riferimento (pila Weston)	530	BOX 17.3 - A PROPOSITO DI FUSO	571
16.17 Impieghi di dati di potenziale in chimica: generalità	531	17.7 Elettrolisi dell'acqua	572
16.18 Previsione della possibilità che una reazione redox avvenga in base a dati di potenziale	532	BOX 17.4 - IL POTENZIALE TERMODINAMICO DI ELETTROLISI	573
16.19 Calcolo del valore della costante di equilibrio di una reazione redox in base a dati di potenziale	535	17.8 Preparazione di metalli per elettrolisi di soluzioni acquose	574
16.20 Pile di concentrazione	537	17.9 Elettrolisi di soluzioni acquose concentrate di cloruro di sodio	575
16.21 Determinazione potenziometrica del pH di una soluzione acquosa mediante elettrodo a idrogeno	539	BOX 17.5 - IONI ED ELETTROLISI	575
16.22 Determinazione del pH mediante elettrodo a vetro	541	BOX 17.6 - DALLA TEORIA ALLA PREPARAZIONE INDUSTRIALE	576
BOX 16.11 - MISURA DEL PH CON ELETTRODO A VETRO	542	BOX 17.7 - INQUINAMENTO DA MERCURIO	577
16.23 Generalità sulle pile	543	17.10 Raffinazione elettrolitica di metalli	578
16.24 Pile primarie	547	17.11 Altre utilizzazioni pratiche di processi elettrolitici	579
16.25 Pile al litio primarie	551	17.12 Accumulatori: premessa	579
16.26 Pile a elettrolita solido	553	17.13 Accumulatore acido (al piombo)	580
16.27 Pile ad attivazione	554	17.14 Accumulatori alcalini	582
16.28 Celle a combustibile o <i>Fuel Cell</i> (FC)	555	BOX 17.8 - EFFETTO MEMORIA	586
16.29 Quadro riassuntivo degli argomenti trattati nel capitolo	559	17.15 Accumulatori a ioni litio	586
		17.16 Corrosione dei metalli	590
		BOX 17.9 - CHIMICA E INQUINAMENTO	591
		BOX 17.10 - UMIDITÀ RELATIVA E METABOLISMO	592
		17.17 Passivazione dei metalli	592
		BOX 17.11 - GLI OSSIDI SUPERFICIALI	593
		17.18 Corrosione galvanica	594
		17.19 Corrosione per aerazione differenziale	595
		BOX 17.12 - UN INSOLITO MUSEO: LA STATUA DELLA LIBERTÀ	596
		17.20 Protezione contro la corrosione	597
		17.21 Quadro riassuntivo degli argomenti trattati nel capitolo	599
Capitolo 17			
ELETTROLISI E ACCUMULATORI	563		
17.1 Generalità sui processi di elettrolisi	563		
BOX 17.1 - AMPEROMETRI AD AGO MOBILE	564		
17.2 Sovratensione	566		
BOX 17.2 - SOVRATENSIONE	567		

Capitolo 18			
SISTEMI COLLOIDALI	603		
18.1 Premessa	603		
18.2 I sistemi colloidali: generalità	603		
18.3 Dimensioni delle particelle colloidali	604		
BOX 18.1 · L'ULTRAMICROSCOPIO	606		
18.4 Moto browniano	606		
BOX 18.2 · LE ULTRACENTRIFUGHE	607		
BOX 18.3 · IL MOTO BROWNIANO: UN PO' DI STORIA	607		
18.5 Elettroforesi	608		
18.6 Carica elettrica e stabilità di colloidii liofobi	608		
18.7 Carica elettrica e stabilità di colloidii liofili	610		
18.8 Applicazioni della elettroforesi	610		
18.9 Potere protettore dei colloidii liofili	611		
18.10 Preparazione di dispersioni colloidali	611		
18.11 Purificazione di dispersioni colloidali	611		
BOX 18.4 · LE EMULSIONI... ALIMENTARI	612		
18.12 Preparazione di emulsioni	612		
18.13 Gelificazione e tixotropia	612		
18.14 Quadro riassuntivo degli argomenti trattati nel capitolo	613		
Capitolo 19 ONLINE			
CHIMICA NUCLEARE E RADIOCHIMICA	615		
19.1 Quadro riassuntivo degli argomenti trattati nel capitolo	615		
Capitolo 20			
LE REAZIONI CHIMICHE	617		
20.1 Cenni di nomenclatura chimica	617		
20.2 Reazioni chimiche: considerazioni generali	621		
BOX 20.1 · FORMULE DI STRUTTURA: PEROSSIACIDI E TIOACIDI	622		
BOX 20.2 · CONSIDERAZIONI DI TERMODINAMICA	623		
20.3 Reazioni di idrolisi	625		
20.4 Reazioni di precipitazione	625		
20.5 Reazioni con sviluppo di gas	626		
20.6 Reazioni di complessazione	626		
20.7 Reazioni acido-base (secondo Brønsted)	627		
20.8 Reazioni di spostamento	627		
20.9 Semireazioni red, ox e reazioni redox	628		
20.10 Reazioni elettrodiche	629		
BOX 20.3 · ALTRO ESEMPIO DI BILANCIAMENTO DI SEMIREAZIONE	629		
20.11 Impostazione e discussione di equazioni chimiche	630		
Appendice			
IL SISTEMA INTERNAZIONALE DELLE UNITÀ DI MISURA	637		
Indice analitico	643		
CAPITOLI DISPONIBILI ONLINE			
Capitolo 21 Idrogeno			
Capitolo 22 Gruppo zero o diciottesimo gruppo			
Capitolo 23 Primo gruppo			
Capitolo 24 Secondo gruppo			
Capitolo 25 Tredicesimo gruppo			
Capitolo 26 Quattordicesimo gruppo			
Capitolo 27 Quindicesimo gruppo			
Capitolo 28 Sedicesimo gruppo			
Capitolo 29 Diciassettesimo gruppo			
Capitolo 30 Gli elementi di transizione			
Capitolo 31 Cenni di chimica organica			