

# Indice generale

Prefazione	XIX
------------	-----

## CAPITOLO 1

<b>Il modello atomico della materia</b>	<b>1</b>
---	----------

---

<b>1.1</b> La materia	1
<b>1.1.1</b> La realtà e i modelli della realtà	1
<b>1.1.2</b> Gli individui chimici	2
<b>1.1.3</b> Gli elementi naturali e artificiali: le attuali 118 specie atomiche	5
<b>1.1.4</b> Le formule delle sostanze	5
<b>1.2</b> L'atomo	10
<b>1.2.1</b> Il modello dell'atomo	10
<b>1.2.2</b> Nuclidi e isotopi	11
<b>1.3</b> Il modello del nucleo	12
<b>1.3.1</b> Il difetto di massa	12
<b>1.3.2</b> Il difetto di massa medio per nucleone	14
<b>1.3.3</b> Distribuzione naturale dei nuclidi stabili	15
<b>1.4</b> Il peso atomico degli elementi	17
<b>1.4.1</b> La massa atomica relativa dei singoli nuclidi	17
<b>1.4.2</b> Il peso atomico standard degli elementi	17
<b>1.5</b> Le grandezze fisiche fondamentali e la mole	18
<b>1.5.1</b> Il Sistema Internazionale di unità di misura (SI)	18
<b>1.5.2</b> La mole	20
<b>1.6</b> Energia, temperatura e stati di aggregazione della materia	22
<b>1.6.1</b> Energia in chimica	22
<b>1.6.2</b> Stati di aggregazione della materia	22

## APPROFONDIMENTI

<b>1.A1</b> Il Sistema Internazionale delle unità di misura	24
<b>1.A1.1</b> Alcune definizioni	24

**LETTURE**

<b>1.L1</b> Gli atomi si vedono?	26
<b>1.L2</b> Atomi e gravità	27
Domande	28
Esercizi	28

**CAPITOLO 2****Il modello elettronico degli atomi e le proprietà periodiche**

29

<b>2.1</b> Introduzione ai concetti della meccanica quantistica	29
<b>2.1.1</b> La radiazione elettromagnetica	30
<b>2.1.2</b> La quantizzazione dell'energia	32
<b>2.1.3</b> Il dualismo onda-particella e il principio di indeterminazione di Heisenberg	33
<b>2.2</b> Interazione radiazione elettromagnetica-elettrone	35
<b>2.2.1</b> L'effetto fotoelettrico	35
<b>2.2.2</b> Lo spettro dell'atomo di idrogeno	37
<b>2.3</b> L'elettrone nell'atomo di idrogeno	39
<b>2.3.1</b> Equazione di Schrödinger	39
<b>BOX</b> Che cos'è un operatore	41
<b>2.3.2</b> L'atomo di idrogeno: numeri quantici e orbitali	42
<b>2.3.3</b> La distribuzione della probabilità radiale	48
<b>2.3.4</b> Il numero quantico di spin	52
<b>2.4</b> La configurazione elettronica degli atomi polielettronici e la tabella periodica	53
<b>BOX</b> Regole per il riempimento degli orbitali	54
<b>2.5</b> Le proprietà periodiche	59
<b>2.5.1</b> Energia di ionizzazione	59
<b>2.5.2</b> Affinità elettronica ed elettronegatività	62
<b>2.5.3</b> Dimensioni atomiche	64
<b>2.6</b> Classificazione degli elementi in metalli e non metalli	65

**LETTURE**

<b>2.L1</b> Gli effetti dei campi elettromagnetici sulla salute	67
<b>2.L2</b> La luce del Sole, la luce bianca e il corpo nero	71
<b>2.L3</b> Il LASER	72
<b>2.L4</b> Il "contatto di Fermi" fra nucleo ed elettrone	73
<b>2.L5</b> Momento magnetico orbitale e accoppiamento spin-orbita	74
<b>2.L6</b> La classificazione degli elementi: la storia della tabella periodica	75
Domande	82
Esercizi	82

**CAPITOLO 3****Il legame covalente**

83

<b>3.1</b>	Il legame chimico	83
<b>3.1.1</b>	Il legame covalente nelle molecole biatomiche	84
<b>3.2</b>	Il legame chimico secondo il metodo dell'orbitale molecolare	85
<b>3.2.1</b>	Molecole e ioni molecolari del primo periodo	86
<b>3.2.2</b>	La sovrapposizione degli orbitali atomici e gli orbitali molecolari per le molecole biatomiche del secondo periodo	88
<b>3.3</b>	Il formalismo di Lewis e la regola dell'ottetto	94
<b>3.4</b>	La geometria e il legame nelle molecole poliatomiche	95
<b>3.4.1</b>	La regola delle repulsioni delle coppie elettroniche di valenza	95
<b>3.4.2</b>	Gli orbitali ibridi	97
<b>3.4.3</b>	La geometria molecolare di $\text{CH}_4$ , $\text{NH}_3$ e $\text{H}_2\text{O}$	100
<b>3.4.4</b>	La regola dell'ottetto e i limiti della sua validità	101
<b>3.5</b>	Alcuni esempi di orbitali molecolari costruiti secondo il metodo della repulsione delle coppie di valenza	104
<b>3.6</b>	Polarità dei legami e numero di ossidazione	106
<b>3.6.1</b>	Polarità di legame e legami ionici	106
<b>3.6.2</b>	Il numero di ossidazione	108
<b>3.7</b>	La risonanza	109
<b>3.7.1</b>	Le formule limite	109
<b>3.7.2</b>	Il contributo relativo delle formule limite alla descrizione della struttura molecolare	111
<b>3.7.3</b>	Formule limite con diverso numero di legami	113
<b>3.8</b>	Sommario delle regole per la scrittura delle formule di struttura	115
<b>3.9</b>	Alcuni tipi di formule di sostanze organiche	116
<b>3.10</b>	L'energia di legame	118

**APPROFONDIMENTI**

<b>3.A1</b>	L'orbitale molecolare per le molecole poliatomiche	120
	Domande	122
	Esercizi	123

**CAPITOLO 4****Il legame metallico**

125

<b>4.1</b>	I metalli: legame e struttura, un modello semplificato	125
<b>4.2</b>	Il modello a bande del legame metallico	126
<b>4.3</b>	Il modello della conduzione elettrica in un solido	127
<b>4.4</b>	Configurazione elettronica e proprietà elettriche	129

<b>4.5</b>	La conduzione termica	132
<b>4.6</b>	Energia del legame metallico	132

### LETTURE

<b>4.L1</b>	L'idrogeno è un metallo, per Giove!	133
<b>4.L2</b>	Il legame metallico, il Titanic e la Rolls Royce	133
	Domande	134

## CAPITOLO 5

### Il legame ionico

---

<b>5.1</b>	Il modello del legame ionico	137
<b>5.2</b>	L'energia reticolare e la costante di Madelung	139
<b>5.3</b>	Gli ioni che costituiscono le sostanze ioniche	142
<b>5.4</b>	La geometria locale dei composti ionici	144
<b>5.5</b>	Validità del modello ionico	145
<b>5.6</b>	Carattere ionico, carattere covalente e numeri di ossidazione degli atomi nei composti ionici	147

### APPROFONDIMENTI

<b>5.A1</b>	L'energia reticolare e il tipo di ioni	149
	Domande	150

## CAPITOLO 6

### Le interazioni di van der Waals e il legame a ponte di idrogeno

---

<b>6.1</b>	Le interazioni di van der Waals	151
<b>6.1.1</b>	Il modello dell'interazione per dispersione	151
<b>BOX</b>	I dipoli	153
<b>6.1.2</b>	Le molecole polari e le interazioni per orientazione e induzione	155
<b>6.1.3</b>	Le interazioni fra gli ioni e le molecole polari	158
<b>6.2</b>	Il legame a ponte di idrogeno	159
<b>6.3</b>	Stato di aggregazione di una sostanza molecolare ed energia del legame intermolecolare	161

### APPROFONDIMENTI

<b>6.A1</b>	Il modello fisico delle interazioni di van der Waals	164
-------------	--	-----

### LETTURE

<b>6.L1</b>	L'unione fa la forza	166
	Domande	167

**CAPITOLO 7****Stati di aggregazione e proprietà della materia** 169

<b>7.1</b>	Il modello e le proprietà dello stato solido	169
<b>7.1.1</b>	Il principio del massimo impacchettamento nello stato solido	169
<b>7.1.2</b>	L'impacchettamento ideale di sfere di uguali dimensioni: strutture a massimo impacchettamento	170
<b>7.1.3</b>	La forma delle cavità comprese fra le sfere nelle strutture a massimo impacchettamento	172
<b>7.2</b>	Le strutture dei composti ionici	173
<b>7.3</b>	Le strutture dei solidi molecolari e covalenti	174
<b>7.3.1</b>	Sostanze costituite da molecole discrete: solidi molecolari	174
<b>7.3.2</b>	Solidi con struttura covalente polimera	175
<b>7.4</b>	Cristalli reali e difetti reticolari	177
<b>7.5</b>	Alcune proprietà delle sostanze solide correlate al legame chimico	180
<b>7.6</b>	Il modello e le proprietà dello stato gassoso	182
<b>7.6.1</b>	L'equazione di stato del gas ideale	182
<b>7.6.2</b>	I postulati e i risultati della teoria cinetica dei gas: un modello ideale dei gas	185
<b>7.7</b>	I gas reali	188
<b>7.7.1</b>	Un modello dei gas reali: l'equazione di van der Waals	188
<b>7.7.2</b>	Il discostamento dei gas reali dal comportamento ideale	189
<b>7.7.3</b>	L'uso dell'equazione di stato del gas ideale anche per i gas reali	191
<b>7.7.4</b>	Il comportamento dei gas nelle miscele gassose	192
<b>7.7.5</b>	L'effusione dei gas	194
<b>7.8</b>	Il modello e le proprietà dello stato liquido	195
<b>7.8.1</b>	Introduzione	195
<b>7.8.2</b>	Alcune proprietà dello stato liquido	195
<b>7.8.3</b>	Un modello strutturale dei liquidi	198
<b>7.9</b>	Le sostanze vetrose o amorfe	198

**APPROFONDIMENTI**

<b>7.A1</b>	I reticoli cristallini e le celle elementari	199
<b>7.A2</b>	I metalli con la memoria della propria forma	202
<b>7.A3</b>	La distribuzione di Maxwell-Boltzmann come risultato dei postulati del gas ideale	202
<b>BOX</b>	La forma della distribuzione di eventi casuali	203
<b>BOX</b>	Come si introduce la temperatura nell'equazione di Maxwell-Boltzmann	204

**LETTURE**

<b>7.L1</b>	I diamanti sono per sempre?	205
<b>7.L2</b>	La "peste dello stagno", la tragica fine di Robert Scott e i bottoni di Napoleone	207
<b>7.L3</b>	Amedeo Avogadro, un genio incompreso della chimica	209
<b>7.L4</b>	In volo con il "più leggero dell'aria": l'estinzione dei dirigibili	211

<b>7.L5</b> La respirazione alle grandi altezze e alle grandi profondità	212
Domande	213
Esercizi	214

## CAPITOLO 8

### **Equazioni chimiche, stechiometria e nomenclatura** 215

---

<b>8.1</b> Significato quantitativo delle formule	215
<b>8.1.1</b> Numeri di ossidazione degli elementi nei composti	217
<b>8.1.2</b> La periodicità dei numeri di ossidazione	217
<b>8.1.3</b> Le formule dei composti più comuni ricavate dai numeri di ossidazione	219
<b>8.2</b> Reazioni chimiche	221
<b>8.2.1</b> Equazioni chimiche	221
<b>8.2.2</b> Formalismo con cui si scrivono le equazioni chimiche	222
<b>8.2.3</b> Bilanciamento delle equazioni chimiche	223
<b>8.2.4</b> Agenti ossidanti e riducenti	227
<b>8.2.5</b> Significato quantitativo delle reazioni chimiche	228
<b>8.2.6</b> L'equivalente	229
<b>8.3</b> Le soluzioni e la loro composizione	230
<b>8.4</b> Alcune regole di nomenclatura chimica	233
<b>8.4.1</b> I nomi e i simboli degli elementi	233
<b>8.4.2</b> Ioni mono- e poliatomici, gruppi funzionali inorganici	234
<b>8.4.3</b> Composti binari	235
<b>8.4.4</b> Ossoacidi e loro sali	236
<b>8.4.5</b> Composti di coordinazione	238

## LETTURE

<b>8.L1</b> Nomi d'uso e nomi storici	239
Domande	240
Esercizi	241

## CAPITOLO 9

### **Proprietà delle sostanze correlate ai modelli del legame chimico** 243

---

<b>9.1</b> Sostanze elementari, composti e modelli di legame che li razionalizzano	243
<b>9.1.1</b> Struttura delle sostanze elementari	245
<b>9.1.2</b> Strutture dei composti	250
<b>9.2</b> Alcune serie di composti inorganici	254
<b>9.2.1</b> Composti binari con idrogeno: idruri	254
<b>9.2.2</b> Composti binari con gli alogeni: gli alogenuri	256

9.2.3	Composti binari con ossigeno	258
9.2.4	Composti ternari con ossigeno e idrogeno	261
<b>9.3</b>	Composti ionici formalmente derivati dagli acidi: i sali	264
9.3.1	Sali binari	265
9.3.2	Sali ternari e di maggiore complessità	265
<b>9.4</b>	Composti organici	270
<b>9.5</b>	Composti di coordinazione	279
9.5.1	Definizione di composto di coordinazione	279
9.5.2	Numero di coordinazione e geometrie dei composti di coordinazione	283
9.5.3	Il legame di coordinazione secondo il metodo dell'orbitale molecolare	285
9.5.4	Generalizzazione della teoria dei composti di coordinazione	289
<b>9.6</b>	Isomeria	290
<b>9.7</b>	Il colore delle sostanze	293
<b>9.8</b>	Le proprietà magnetiche delle sostanze	297
<b>LETTURE</b>		
<b>9.L1</b>	La vita è anche "inorganica"	301
<b>9.L2</b>	Gli amminoacidi, le proteine, gli acidi nucleici e l'ingegneria genetica	303
	Domande	307

**CAPITOLO 10****Termodinamica** 309

<b>10.1</b>	Introduzione	309
10.1.1	I concetti base	310
BOX	Lavoro e calore	314
10.1.2	Informazione, ordine e disordine	314
<b>10.2</b>	La capacità termica	316
<b>10.3</b>	Le transizioni di stato spiegate con il modello microscopico dei gas	319
10.3.1	Entalpia, entropia, energia libera ed evaporazione di un liquido	319
10.3.2	Il campo di esistenza del liquido	322
10.3.3	La transizione solido-gas	324
10.3.4	La transizione solido-liquido	324
<b>10.4</b>	Entalpie di vaporizzazione, sublimazione e fusione e proprietà strutturali	325
<b>10.5</b>	Diagrammi di stato a un componente	326
10.5.1	I diagrammi di stato di H <sub>2</sub> O e CO <sub>2</sub>	327
<b>10.6</b>	La transizione liquido-vapore in un sistema di due liquidi completamente miscibili	329
10.6.1	Miscele azeotropiche	331
BOX	La distillazione frazionata	332

<b>10.7</b>	Le soluzioni ideali e le proprietà colligative	333
<b>10.7.1</b>	La tensione di vapore delle soluzioni di soluti poco volatili: l'innalzamento ebullioscopico e l'abbassamento crioscopico	333
<b>10.7.2</b>	La pressione osmotica	335
<b>APPROFONDIMENTI</b>		
<b>10.A1</b>	La distribuzione di Boltzmann	337
<b>BOX</b>	6 unità di energia distribuite fra 5 particelle distinguibili	338
<b>10.A2</b>	Le statistiche di Fermi-Dirac e di Bose-Einstein	341
<b>10.A3</b>	Calcolo dell'energia libera e della tensione di vapore per l'evaporazione dell'acqua	343
<b>10.A4</b>	L'effetto Joule-Thomson e il funzionamento degli impianti frigoriferi	344
<b>LETTURE</b>		
<b>10.L1</b>	Alla scoperta dei diagrammi di stato	347
<b>10.L1.1</b>	Il punto critico	348
<b>10.L1.2</b>	I fluidi supercritici	348
<b>10.L1.3</b>	L'elio superfluido	349
<b>10.L2</b>	L'osmosi inversa, la desalinizzazione dell'acqua marina e l'energia osmotica	350
<b>10.L3</b>	La pressione osmotica, le fleboclisi e la salatura delle sostanze alimentari	352
	Domande	353
	Esercizi	354

**CAPITOLO 11****L'equilibrio chimico e la termodinamica delle reazioni** 355

<b>11.1</b>	La termodinamica delle reazioni	355
<b>11.1.1</b>	I parametri termodinamici delle trasformazioni chimiche	355
<b>11.1.2</b>	L'entalpia standard di una reazione	357
<b>11.1.3</b>	L'entropia standard di reazione	360
<b>BOX</b>	L'entropia aumenta sempre?	362
<b>11.1.4</b>	L'energia libera standard di una reazione	363
<b>11.1.5</b>	Energia libera di una reazione e temperatura	365
<b>11.2</b>	L'aspetto fenomenologico dell'equilibrio	366
<b>11.2.1</b>	La costante di equilibrio come manifestazione dell'energia libera	366
<b>11.2.2</b>	L'uso della costante di equilibrio e i suoi formalismi	369
<b>11.2.3</b>	L'utilità della costante d'equilibrio	372
<b>11.2.4</b>	Gli effetti di perturbazioni esterne sullo stato di equilibrio di una reazione: il principio di Le Châtelier-Braun	373

**APPROFONDIMENTI**

<b>11.A1</b>	L'inquinamento atmosferico dovuto agli ossidi di azoto: un'applicazione dei principi della termodinamica a problemi quotidiani	375
--------------	---	-----

**LETTURE**

<b>11.L1</b>	Fritz Haber, l'ammoniaca sintetica e le armi chimiche della Prima Guerra Mondiale	378
	Domande	382
	Esercizi	382



**CAPITOLO 12****Equilibri acido-base**

385

<b>12.1</b>	L'equilibrio chimico in fase liquida	385
<b>12.2</b>	Equilibri acido-base	387
12.2.1	Gli equilibri acido-base secondo Brønsted e Lowry	387
<b>BOX</b>	Da Arrhenius a Brønsted-Lowry	387
12.2.2	Reazione con l'acqua degli acidi e basi di Brønsted-Lowry	389
12.2.3	pH e pOH	390
12.2.4	Il livellamento della forza degli acidi e delle basi in acqua	391
12.2.5	Aspetti quantitativi degli equilibri acido-base in acqua	393
<b>BOX</b>	Dissociazione di un acido forte in acqua	396
12.2.6	La relazione fra $K_a$ e $K_b$ di una coppia coniugata acido-base	397
12.2.7	Le reazioni acido-base	400
12.2.8	Acidi poliprotici e basi poliatomiche	402
<b>12.3</b>	Applicazioni degli equilibri acido-base	403
12.3.1	Acidi e basi polifunzionali	403
<b>12.4</b>	Le soluzioni tampone	407
<b>12.5</b>	Le curve di distribuzione delle specie	410
<b>12.6</b>	Gli acidi e le basi di Lewis	411
12.6.1	Definizione di acidi e basi di Lewis	411
12.6.2	Gli equilibri coinvolgenti ioni complessi	413

**APPROFONDIMENTI**

<b>12.A1</b>	La forma generale dell'equilibrio di un acido debole in acqua: un esempio di risoluzione di equilibri simultanei	414
<b>12.A2</b>	Sostanze anfiprotiche: un esempio di risoluzione di equilibri simultanei più complessi	416
<b>12.A3</b>	$\text{CO}_2$ e $\text{SO}_2$ : qual è il valore di $K_a$ ?	418
<b>12.A4</b>	Le titolazioni acido-base	418

**LETTURE**

<b>12.L1</b>	Il tampone carbonato nel sangue e il "mal di montagna"	421
	Domande	422
	Esercizi	422

**CAPITOLO 13****I sistemi a più componenti e gli equilibri eterogenei**

425

<b>13.1</b>	Equilibri eterogenei	425
13.1.1	Equilibri eterogenei implicanti gas	425
<b>13.2</b>	La dissoluzione di un soluto in un solvente	427
13.2.1	Il meccanismo della solubilizzazione dei composti ionici	427

13.2.2	Termodinamica della solubilizzazione di una sostanza ionica	429
BOX	Una dissoluzione esotermica e una endotermica	431
13.2.3	Equilibri eterogenei in soluzione: il prodotto di solubilità	432
BOX	L'effetto dello ione a comune e la titolazione argentometrica con il metodo di Mohr	435
13.2.4	La dissoluzione di composti molecolari liquidi e solidi	438
13.2.5	Solubilità di solidi covalenti polimeri e metalli	439
13.2.6	Solubilità di composti con legame a ponte di idrogeno	439
13.2.7	Solubilità dei gas	440
BOX	La solubilità di CO <sub>2</sub> in acqua in funzione del pH	441
13.2.8	Effetto della temperatura sulla solubilità	441
13.2.9	Ripartizione di un soluto fra solventi immiscibili	442
<b>13.3</b>	I diagrammi di stato a due componenti	443
13.3.1	Il diagramma H <sub>2</sub> O-NaCl	443
<b>13.4</b>	I sistemi dispersi	445
13.4.1	Le dispersioni colloidali	445
13.4.2	Sol e gel	446
13.4.3	Emulsioni e schiume	448
<b>13.5</b>	Le soluzioni solide	449
<b>APPROFONDIMENTI</b>		
<b>13.A1</b>	Precipitazione selettiva dei solfuri: un'operazione della chimica analitica del passato e ancora un buon esempio di equilibri eterogenei	451
<b>13.A2</b>	Tensione superficiale, tensioattivi, viscosità e tribochimica	452
<b>LETTURE</b>		
<b>13.L1</b>	Il calcare: come si forma e come si ridiscioglie	454
<b>13.L2</b>	Le bevande "gassate" e l'embolia dei subacquei	455
<b>13.L3</b>	Soluzioni, sospensioni e gravità	455
	Domande	457
	Esercizi	458

## CAPITOLO 14

### Cinetica chimica

459

<b>14.1</b>	Aspetti termodinamici e cinetici di una reazione	459
<b>14.2</b>	La velocità di una reazione	460
14.2.1	La misura della velocità di reazione	460
<b>14.3</b>	Il meccanismo delle reazioni elementari	462
14.3.1	Teoria delle collisioni ed energia di attivazione	462
14.3.2	Costante di velocità ed energia di attivazione	465
14.3.3	La velocità della reazione inversa	466
14.3.4	Relazione fra costanti cinetiche e costante di equilibrio termodinamico	468

<b>14.4</b>	Meccanismi delle reazioni a due o più stadi: i processi elementari	469
<b>BOX</b>	Meccanismi diversi per la stessa stechiometria: qual è il risultato?	472
<b>14.5</b>	Molecolarità dei processi elementari e ordine di reazione	473
<b>14.5.1</b>	Ordine di reazione	473
<b>14.5.2</b>	Immaginare un meccanismo di reazione	474
<b>14.5.3</b>	La costante di equilibrio della reazione nelle reazioni multistadio	476
<b>14.6</b>	Le leggi cinetiche integrate delle reazioni del primo e del secondo ordine	477
<b>14.6.1</b>	Cinetiche del primo ordine	477
<b>14.6.2</b>	Cinetiche del secondo ordine	479
<b>14.7</b>	Il controllo cinetico delle reazioni	480
<b>14.8</b>	Reazioni in soluzione e reazioni eterogenee	480
<b>14.8.1</b>	Il meccanismo delle reazioni in soluzione: l'effetto del solvente	480
<b>14.8.2</b>	Le reazioni eterogenee	481
<b>14.9</b>	Catalisi	482
<b>14.9.1</b>	I catalizzatori	482
<b>14.9.2</b>	Catalisi omogenea	484
<b>14.9.3</b>	Catalisi eterogenea	484
<b>14.9.4</b>	Catalisi enzimatica	486
<b>14.10</b>	Reazioni fotochimiche	487

## APPROFONDIMENTI

<b>14.A1</b>	Legge cinetica integrata con reazione di ritorno per reazioni del primo ordine	488
--------------	--	-----

## LETTURE

<b>14.L1</b>	La legge di azione di massa	489
<b>14.L2</b>	Combustione degli idrocarburi nei motori a scoppio e convertitore catalitico: aspetti cinetici e termodinamici	490
<b>14.L3</b>	L'ozono: manca dove è necessario e abbonda dove è nocivo; un effetto delle reazioni fotochimiche	492
	Domande	493
	Esercizi	494

## CAPITOLO 15

### **Elettrochimica** 495

---

<b>15.1</b>	Le celle voltaiche	495
<b>15.1.1</b>	Le celle voltaiche e le reazioni di ossidoriduzione	495
<b>15.1.2</b>	Il funzionamento delle celle voltaiche	497
<b>15.2</b>	I potenziali di elettrodo	500
<b>15.2.1</b>	I potenziali standard di riduzione	500
<b>15.2.2</b>	La dipendenza dei potenziali d'elettrodo dalle concentrazioni	505
<b>15.3</b>	Il potenziale standard delle celle voltaiche e l'equilibrio chimico	507

<b>15.4</b>	Le reazioni elettrochimiche che coinvolgono alcuni metalli	510
<b>15.4.1</b>	L'attacco dei metalli	510
<b>15.4.2</b>	Corrosione e protezione dei metalli	511
<b>15.5</b>	I potenziali standard e alcuni equilibri particolari	513
<b>15.5.1</b>	Il potenziale di elettrodo in condizioni lontane da quelle standard	513
<b>15.5.2</b>	Allontanamento di un prodotto dall'ambiente di reazione	515
<b>15.5.3</b>	Reazioni di dismutazione	516
<b>BOX</b>	Esempio di calcolo dei potenziali di riduzione di varie specie contenenti cloro a diversi numeri di ossidazione	517
<b>15.6</b>	Celle a concentrazione	518
<b>15.7</b>	La cinetica nelle reazioni di ossidoriduzione	520
<b>15.8</b>	I potenziali standard fanno prevedere i prodotti delle reazioni di ossidoriduzione	520
<b>15.9</b>	Elettrolisi	522
<b>15.9.1</b>	Le celle galvaniche e l'elettrolisi	522
<b>15.9.2</b>	Elettrolisi di sali fusi	523
<b>15.9.3</b>	Elettrolisi di soluzioni acquose	524
<b>15.9.4</b>	Raffinazione elettrolitica dei metalli	525
<b>15.9.5</b>	Relazione tra quantità di elettricità e quantità di prodotti di reazione	526
<b>15.10</b>	Sovratensione	527
<b>15.11</b>	La conduzione elettrica nelle soluzioni di elettroliti	527
<b>APPROFONDIMENTI</b>		
<b>15.A1</b>	Titolazioni di ossidoriduzione	528
<b>LETTURE</b>		
<b>15.L1</b>	Batterie primarie e secondarie di uso comune	531
<b>15.L2</b>	Le celle a combustibile	535
<b>15.L3</b>	Le celle di Grätzel	536
<b>15.L4</b>	Le auto elettriche sono davvero "a emissione zero" di CO <sub>2</sub> ?	537
<b>15.L5</b>	Due processi elettrochimici industriali	539
<b>15.L6</b>	Nella "guerra delle correnti" fra Tesla ed Edison vinse J. P. Morgan	540
	Domande	542
	Esercizi	543

**CAPITOLO 16****Reazioni nucleari** 545

<b>16.1</b>	Il decadimento radioattivo	545
<b>16.1.1</b>	I modi di decadimento naturale	545
<b>16.1.2</b>	Il tempo di dimezzamento	549
<b>16.1.3</b>	Gli elementi dal polonio all'uranio	553
<b>16.1.4</b>	Reazioni di fusione e fissione nucleare	554
<b>16.2</b>	Gli elementi transuranici	557

**APPROFONDIMENTI**

**16.A1** Le particelle fondamentali della materia 558

**LETTURE**

**16.L1** Alcune tappe fondamentali nella scoperta della fissione nucleare 561

**16.L2** La fissione nucleare controllata, il "rischio delle centrali nucleari" e la prospettiva delle centrali a fusione 562

**16.L3** La radioattività nella vita quotidiana 566

**16.L4** L'origine degli elementi 569

**16.L4.1** Dall'idrogeno al ferro 569

**16.L4.2** Oltre il ferro 569

Domande 570

Esercizi 570

**APPENDICE A**

**Grandezze fondamentali, derivate e loro unità di misura** 571

---

**A.1** Grandezze fondamentali e derivate 571

**A.2** Pressione e sue unità di misura 572

**A.3** Energia (lavoro, calore) e sue unità di misura 573

**APPENDICE B**

**Costanti fisiche fondamentali** 575

---

**APPENDICE C**

**Brevi biografie dei personaggi citati** 577

---

**APPENDICE D**

**Approfondimenti matematici** 597

---

**D.1** Le soluzioni dell'equazione di Schrödinger per l'atomo di idrogeno 597

**D.2** L'emissione del corpo nero 600

**D.3** L'interazione tra dipoli permanenti 602

**D.4** Analisi numerica della distribuzione di energie in un gas ideale 603

**D.4.1** Approssimazione del coefficiente binomiale con una curva gaussiana 604

**D.4.2** L'approssimazione della distribuzione di energie cinetiche 605

**D.5** Sedimentazione 606

**D.6** Cinetica di primo ordine con reazione di ritorno non trascurabile 608

**Indice analitico** 609

**Risposte alle domande e soluzioni agli esercizi di fine capitolo** *online*