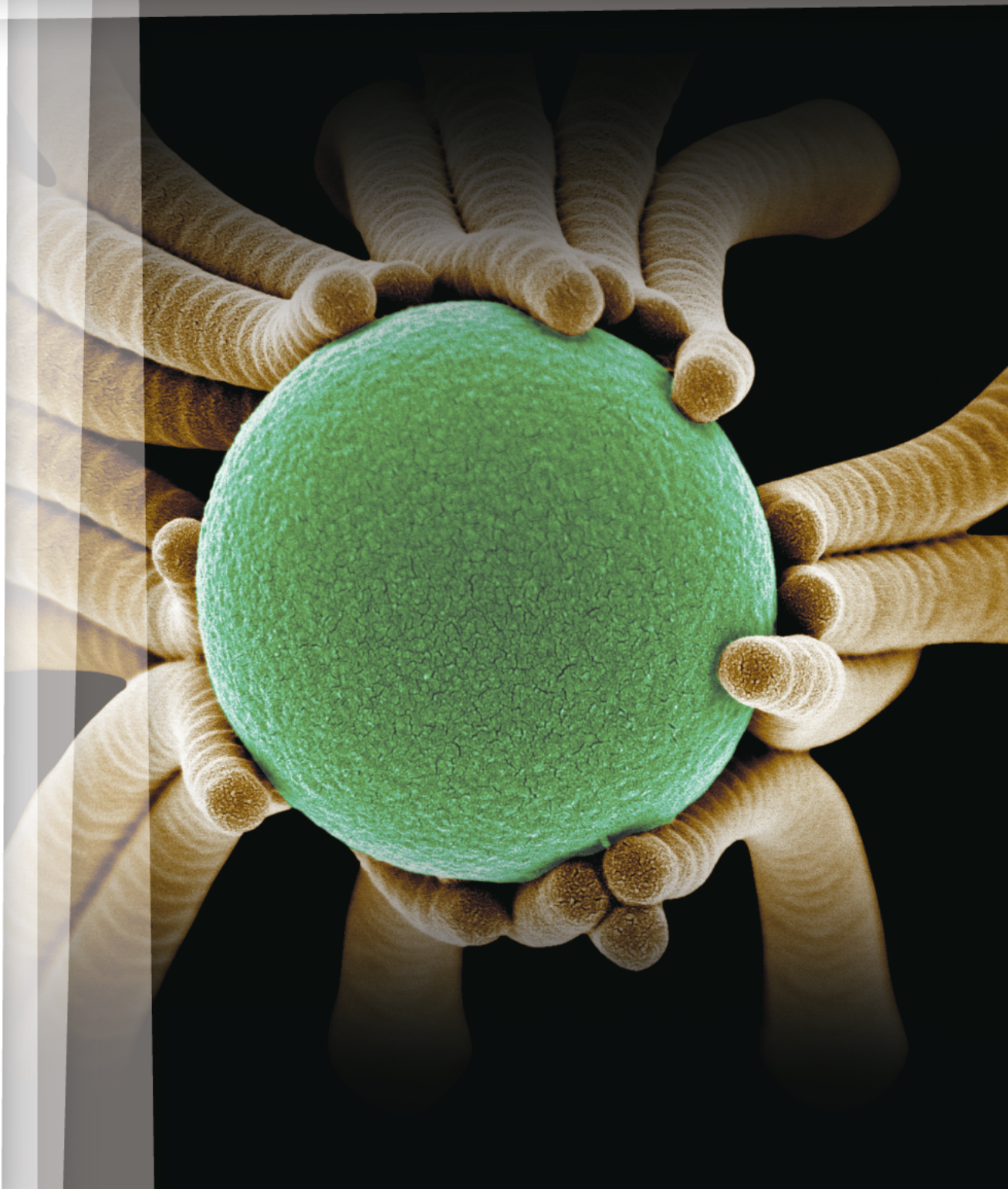


KOTZ • TREICHEL • TOWNSEND

Quinta edizione

Chimica





integra e completa questo testo con:

- Filmati e Animazioni
- Simulazioni e Tutorial per i principali argomenti di ogni capitolo
- Link utili
- Tavola periodica interattiva
- Modelli molecolari

e altro ancora...

- Convertitore di Unità di misura
- Calcolatore di Massa molare
- Calcolatore di Molarità

Registrati al sito www.edises.it e utilizzando il codice personale contenuto nel riquadro potrai accedere a una serie di strumenti didattici e attività interattive

Istruzioni per l'accesso all'area riservata

Per accedere ai servizi collegati a questo volume occorre essere registrati al nostro sito ed effettuare i passaggi di seguito descritti

➤ Se non sei registrato al sito

- Collegati a www.edises.it
- Clicca su "Accedi al materiale didattico"
- Seleziona "Se non sei ancora registrato Clicca qui"
- Seleziona "Utente" e completa il form in ogni sua parte. Al termine attendi l'email di conferma per perfezionare la registrazione
- Dopo aver cliccato sul link presente nell'email di conferma, verrai reindirizzato al sito Edises
- Inserisci le ultime 4 cifre del codice ISBN del volume in tuo possesso riportate in basso a destra sul retro di copertina
- Inserisci il codice personale riportato nell'apposito riquadro. Verrai automaticamente reindirizzato alla tua area personale

➤ Se sei già registrato al sito

- Collegati a www.edises.it
- Clicca su "Accedi al materiale didattico"
- Inserisci user e password
- Inserisci le ultime 4 cifre del codice ISBN del volume in tuo possesso riportate in basso a destra sul retro di copertina
- Inserisci il codice personale riportato nell'apposito riquadro. Verrai automaticamente reindirizzato alla tua area personale

Accedi ai servizi riservati

Codice personale



Gratta delicatamente la superficie per visualizzare il tuo codice personale.
Le istruzioni per la registrazione sono riportate a lato.
Il volume NON può essere venduto né restituito se il codice personale risulta visibile.
L'accesso al materiale didattico sarà consentito per **12 mesi** dalla prima registrazione.



QUINTA EDIZIONE

CHIMICA

John C. Kotz

State University of New York
College at Oneonta

Paul M. Treichel

University of Wisconsin - Madison

John R. Townsend

West Chester University of Pennsylvania



Titolo originale:
John C. Kotz, Paul M. Treichel, John R. Townsend
Chemistry & Chemical Reactivity - 8th ed.
Copyright © 2012, Brooks/Cole, Cengage Learning

CHIMICA - V Edizione
Copyright © 2013, EdiSES srl - Napoli

9 8 7 6 5 4 3 2 1
2017 2016 2015 2014 2013

Le cifre sulla destra indicano il numero e l'anno dell'ultima ristampa effettuata.



A norma di legge, le pagine di questo volume non possono essere fotocopiate o ciclostilate o comunque riprodotte con alcun mezzo meccanico. La Casa Editrice sarebbe particolarmente spiacente di dover promuovere, a sua tutela, azioni legali verso coloro che arbitrariamente non si adeguano a tale norma.

L'Editore

Fotocomposizione: EdiSES S.r.l. – Napoli

Stampato presso la

Tipolitografia Petruzzi Corrado & Co. S.n.c.

Zona Ind. Regnano – Città di Castello (PG)

per conto della

EdiSES – Napoli

<http://www.edises.it> e-mail: info@edises.it

ISBN 978 88 7959 777 7

AUTORI

Mauro Carcelli

Professore associato
Dipartimento di Chimica
Università degli Studi di Parma

Cecilia Coletti

Professore associato
Dipartimento di Scienze del Farmaco
Università degli Studi "G. d'Annunzio"
Chieti - Pescara

Valeria Costantino

Professore associato
Dipartimento di Farmacia
Università degli Studi di Napoli "Federico II"

Guido Ennas

Professore associato
Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche
Università degli Studi di Cagliari

Antonino Famulari

Ricercatore
Dipartimento di Chimica, Materiali e Ingegneria Chimica
"Giulio Natta"
Politecnico di Milano

Lucilla Favero

Ricercatore
Dipartimento di Farmacia
Università degli Studi di Pisa

Maria Assunta Girasolo

Ricercatore
Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche
Chimiche e Farmaceutiche
Università degli Studi di Palermo

Pio Iannelli

Professore ordinario
Dipartimento di Scienze Farmaceutiche e Biomediche
Università degli Studi di Salerno

Revisione a cura di:

Giaime Marongiu

Professore ordinario
Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche
Università degli Studi di Cagliari

Andrea Marchi

Professore associato
Dipartimento di Scienze Chimiche e Farmaceutiche
Università di Ferrara

Giaime Marongiu

Professore ordinario
Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche
Università degli Studi di Cagliari

Enrico Monzani

Professore associato
Dipartimento di Chimica
Università degli Studi di Pavia

Lorenza Operti

Professore ordinario
Dipartimento di Chimica
Università degli Studi di Torino

Carlo Punta

Ricercatore
Dipartimento di Chimica, Materiali e Ingegneria Chimica
"Giulio Natta"
Politecnico di Milano

Nazzareno Re

Professore ordinario
Dipartimento di Scienze del Farmaco
Università degli Studi "G. d'Annunzio" Chieti-Pescara

Enzo Terreno

Professore associato
Dipartimento di Biotecnologie Molecolari e Scienze
della Salute
Università degli Studi di Torino

SOMMARIO

PARTE PRIMA GLI STRUMENTI FONDAMENTALI DELLA CHIMICA

- 1 I concetti fondamentali della chimica XXVIII
Riesaminiamo: Gli strumenti della chimica quantitativa 24
- 2 Atomi, molecole e ioni 50
- 3 Le reazioni chimiche 110
- 4 La stechiometria: informazioni quantitative sulle reazioni chimiche 156
- 5 I principi della reattività: l'energia e le reazioni chimiche 208
Intercapitolo: La chimica dei combustibili e delle risorse energetiche 252

PARTE SECONDA LA STRUTTURA DI ATOMI E MOLECOLE

- 6 La struttura degli atomi 266
- 7 La struttura degli atomi e gli andamenti periodici 300
Intercapitolo: Pietre miliari nello sviluppo della chimica e la visione moderna degli atomi e delle molecole 334
- 8 Legame e struttura molecolare 344
- 9 Legame e struttura molecolare: ibridazione di orbitali e orbitali molecolari 400
- 10 Il carbonio: un elemento fuori dal comune 438
Intercapitolo La chimica della vita: la biochimica 490

PARTE TERZA STATI DELLA MATERIA

- 11 I gas e le loro proprietà 508
- 12 Le forze intermolecolari e i liquidi 548
- 13 La chimica dei solidi 582
- 14 Le soluzioni e il loro comportamento 616
Intercapitolo: La chimica dei materiali moderni 656

PARTE QUARTA IL CONTROLLO DELLE REAZIONI CHIMICHE

- 15 Cinetica chimica: la velocità delle reazioni chimiche 668
- 16 Principi di reattività: gli equilibri chimici 720
- 17 I principi della reattività chimica: la chimica degli acidi e delle basi 756

- 18 Principi di reattività chimica: altri aspetti degli equilibri in fase acquosa 806
- 19 Principi di reattività chimica: entropia ed energia libera 858
- 20 Principi di reattività: le reazioni a trasferimento di elettroni 894
Intercapitolo: La chimica dell'ambiente 946

PARTE QUINTA LA CHIMICA DEGLI ELEMENTI E I LORO COMPOSTI

- 21 La chimica degli elementi dei gruppi principali 960
- 22 La chimica degli elementi di transizione 1016
- 23 La chimica nucleare 1058

APPENDICI

- A Uso dei logaritmi ed equazione quadratica A-2
- B Alcuni importanti concetti di fisica A-6
- C Abbreviazioni e utili fattori di conversione A-9
- D Costanti fisiche A-13
- E Nomenclatura dei composti organici A-15
- F Valori dell'energia di ionizzazione e dell'affinità elettronica degli elementi A-18
- G Pressione di vapore dell'acqua al variare della temperatura A-19
- H Costanti di ionizzazione di acidi deboli a 25 °C A-20
- I Costanti di ionizzazione di basi deboli a 25 °C A-22
- J Costanti del prodotto di solubilità di alcuni composti inorganici a 25 °C A-23
- K Costanti di formazione di alcuni ioni complessi in soluzione acquosa a 25 °C A-25
- L Una selezione dei valori termodinamici A-26
- M Potenziali standard di riduzione in soluzione acquosa a 25 °C A-32
- N Risposte alle domande presenti nei paragrafi all'inizio di ciascun capitolo e negli inserti "Studio di un caso" A-36
- O Risposte alle domande presenti alla voce "Verifica dell'apprendimento" a conclusione di ciascun Esercizio svolto nel paragrafo A-47
- P Risposte alle domande presenti negli inserti "Riesame e verifica del paragrafo" alla fine di determinati paragrafi A-63
- Q Risposte alle Domande di verifica selezionate presenti negli Intercapitoli A-72
- R Risposte alle Domande di verifica selezionate presenti alla fine dei capitoli A-75

INDICE GENERALE

Prefazione XIX

PARTE PRIMA GLI STRUMENTI FONDAMENTALI DELLA CHIMICA

1 I concetti alla base della chimica XXVIII

Oro! XXVIII

- 1.1 **La chimica e i suoi metodi** 2
Ipotesi, leggi e teorie 3
Approfondimento: Le carriere professionali in chimica 4
Gli obiettivi della scienza 5
Dubbi e integrità nella scienza 5
- 1.2 **Sviluppo sostenibile e chimica verde** 5
Approfondimento: I principi della chimica verde 6
- 1.3 **Classificazione della materia** 6
Gli stati di aggregazione della materia e la teoria cinetico-molecolare 7
La materia a livello macroscopico e particellare 8
Le sostanze pure 8
Miscele omogenee ed eterogenee 9
- 1.4 **Gli elementi** 10
Approfondimento: I nomi e i simboli degli elementi 11
- 1.5 **I composti** 12
- 1.6 **Le proprietà fisiche** 13
Le proprietà estensive e intensive 14
- 1.7 **Le trasformazioni fisiche e chimiche** 15
- 1.8 **L'energia: alcuni principi di base** 16
Studio di un caso: La CO₂ negli oceani 17
Conservazione dell'energia 18
.....
RIESAME DEGLI OBIETTIVI DEL CAPITOLO 19
EQUAZIONI CHIAVE 19
DOMANDE DI VERIFICA 20

Gli strumenti della chimica quantitativa 24

Il rame! 24

- 1 **Le unità di misura** 25
Le scale per misurare la temperatura 25
Lunghezza, volume e massa 27
Approfondimento: Energia e cibo 29
Unità di misura dell'energia 29
- 2 **Le misure: precisione, accuratezza, errore sperimentale e deviazione standard** 30
L'errore sperimentale 31
La deviazione standard 32
- 3 **La matematica e la chimica** 33

La notazione esponenziale o scientifica 33
Le cifre significative 35

4 La risoluzione dei problemi mediante l'analisi dimensionale 39

Studio di un caso: Senza carburante! 40

5 I grafici 41

6 Risoluzione dei problemi e aritmetica applicata alla chimica 42

.....
DOMANDE DI VERIFICA 44

2 Atomi, molecole e ioni 50

La tavola periodica, l'icona centrale della chimica 50

2.1 La struttura atomica: protoni, elettroni e neutroni 51

2.2 Il numero atomico e la massa atomica 52

Il numero atomico 52

La massa atomica relativa e l'unità di massa atomica 52

Il numero di massa 52

2.3 Gli isotopi 54

L'abbondanza isotopica 54

Determinazione della massa atomica e dell'abbondanza isotopica 54

2.4 Il peso atomico 55

Studio di un caso: Utilizzare gli isotopi: Ötzi, l'uomo venuto dal ghiaccio delle Alpi 58

2.5 La tavola periodica 58

Lo sviluppo della tavola periodica 58

Approfondimento: La storia della tavola periodica 59

Le caratteristiche della tavola periodica 61

Un breve sguardo alla tavola periodica e agli elementi chimici 62

2.6 Le molecole, i composti e le formule 66

Le formule 66

I modelli molecolari 68

2.7 I composti ionici: le formule, la nomenclatura e le proprietà 69

Gli ioni 69

Le formule dei composti ionici 73

I nomi degli ioni 74

Le proprietà dei composti ionici 76

2.8 I composti molecolari: le formule e la nomenclatura 78

2.9 Gli atomi, le molecole e la mole 80

Gli atomi e la massa molare 80

Approfondimento: Amedeo Avogadro e il numero che porta il suo nome 81

Le molecole, i composti e la massa molare 82

2.10	Rappresentazione delle formule dei composti	85
	La composizione percentuale	85
	Le formule empiriche e le formule molecolari dalla composizione percentuale	87
	La determinazione della formula dai valori delle masse atomiche	89
	Studio di un caso: Le mummie, il Bangladesh e la formula del composto 606	92
	La determinazione della formula mediante la spettroscopia di massa	92
	Approfondimento: La spettrometria di massa, la massa molare e gli isotopi	93
2.11	I composti idrati	94
	RIESAME DEGLI OBIETTIVI DEL CAPITOLO	96
	EQUAZIONI CHIAVE	97
	DOMANDE DI VERIFICA	98
	APPLICAZIONE DI PRINCIPI CHIMICI: L'ARGON, UNA SCOPERTA STUPEFACENTE	109
3	Le reazioni chimiche	110
	Fumi neri e vulcani	110
3.1	Introduzione alle equazioni chimiche	111
	Approfondimento: Antoine Laurent Lavoisier, 1743–1794	112
3.2	Bilanciamento delle equazioni chimiche	114
3.3	Introduzione all'equilibrio chimico	116
3.4	Soluzioni acquose	119
	Ioni e molecole in soluzione acquosa	119
	Solubilità dei composti ionici in acqua	122
3.5	Reazioni di precipitazione	123
	Previsione del prodotto di una reazione di precipitazione	124
	Equazioni ioniche nette	126
3.6	Acidi e basi	128
	Acidi e basi: la definizione di Arrhenius	128
	Acidi e basi: la definizione di Brønsted-Lowry	130
	Approfondimento: Lo ione idronio - Lo ione H^+ in acqua	131
	Reazioni degli acidi e delle basi	132
	Approfondimento: Acido solforico	133
	Ossidi dei metalli e dei non metalli	134
3.7	Reazioni che sviluppano gas	136
3.8	Reazioni di ossido-riduzione	137
	Reazioni di ossido-riduzione e trasferimento di elettroni	138
	Numeri di ossidazione	139
	Approfondimento: I numeri di ossidazione sono reali?	140
	Riconoscimento delle reazioni di ossido-riduzione	141

3.9	Classificazione delle reazioni in soluzione acquosa	144
	Studio di un caso: Uso dell'argento come battericida	144
	RIESAME DEGLI OBIETTIVI DEL CAPITOLO	147
	DOMANDE DI VERIFICA	148
	APPLICAZIONE DI PRINCIPI CHIMICI: SUPERCONDUTTORI	155
4	La stechiometria: informazioni quantitative sulle reazioni chimiche	156
	La chimica dei fuochi d'artificio	156
4.1	Relazioni tra le masse nelle reazioni chimiche: stechiometria	157
4.2	Reazioni nelle quali un reagente è presente in quantità limitata	161
	Un calcolo stechiometrico con un reagente limitante	161
4.3	Resa percentuale	165
4.4	Equazioni chimiche ed analisi chimiche	166
	Analisi quantitativa di una miscela	167
	Studio di un caso: Chimica verde ed economia degli atomi	168
	Determinazione della formula di un composto dai prodotti della sua combustione	169
4.5	Misura delle concentrazioni dei composti in soluzione	173
	Concentrazione delle soluzioni: molarità	173
	Preparazione di soluzioni a concentrazione nota	175
	Approfondimento: Diluizioni successive	178
4.6	pH, una scala per la misura della concentrazione degli acidi e delle basi	178
4.7	Stechiometria delle reazioni in soluzione acquosa	181
	Stechiometria delle soluzioni	181
	La titolazione: un metodo di analisi chimica	182
	Standardizzazione di un acido o di una base	184
	Determinazione della massa molare per titolazione	185
	Titolazione con una reazione di ossido-riduzione	186
	Studio di un caso: Quanto sale è contenuto nell'acqua marina?	187
4.8	Spettrofotometria	188
	Studio di un caso: Chimica forense: titolazioni e adulterazione delle sostanze alimentari	189
	Analisi spettrofotometrica	191
	RIESAME DEGLI OBIETTIVI DEL CAPITOLO	193
	EQUAZIONI CHIAVE	194
	DOMANDE DI VERIFICA	195
	APPLICAZIONE DI PRINCIPI CHIMICI: ANTIACIDI	207

5 I principi della reattività: l'energia e le reazioni chimiche 208

Energia e dieta 208

5.1 Energia: alcuni principi fondamentali 209

Sistema e ambiente 210

Direzione ed entità del trasferimento di calore: equilibrio termico 210

Approfondimento: Cos'è il calore? 211

5.2 Capacità termica specifica: riscaldamento e raffreddamento 212

Aspetti quantitativi dell'energia trasferita come calore 214

5.3 Energia e cambiamenti di stato 216

5.4 La prima legge della termodinamica 219

Approfondimento: Lavoro P-V 221

Entalpia 222

Funzioni di stato 222

5.5 Variazioni di entalpia nelle reazioni chimiche 224

5.6 Calorimetria 226

Calorimetria a pressione costante: misura del ΔH 226

Calorimetria a volume costante, misura di ΔU 228

5.7 Calcoli di entalpia 230

Legge di Hess 230

Diagrammi dei livelli di energia 231

Entalpie standard di formazione 233

Variazione di entalpia di una reazione 234

Approfondimento: La legge di Hess ed Equazione 5.6 236

5.8 Reazioni che favoriscono i prodotti o i reagenti e la termodinamica 236

Studio di un caso: La controversia dei carburanti: alcol e benzina 237

RIESAME DEGLI OBIETTIVI DEL CAPITOLO 238

EQUAZIONI CHIAVE 239

DOMANDE DI VERIFICA 239

APPLICAZIONE DI PRINCIPI CHIMICI: POLVERE DA SPARO 251

Intercapitolo

La chimica dei combustibili e delle risorse energetiche 252

Domanda ed offerta: il bilancio energetico 253

Risorse energetiche 254

Consumo energetico 255

Combustibili fossili 255

Carbone 256

Gas naturale 257

Petrolio 257

Altre fonti di combustibili fossili 257

Impatto ambientale dovuto all'uso di combustibili fossili 258

Energia nel futuro: scelte ed alternative 260

Celle a combustibile 260

Economia a idrogeno 261

Energia delle biomasse 262

Energia solare 263

Che cosa si prospetta in futuro per l'energia? 264

LETTURE CONSIGLIATE 264

DOMANDE DI VERIFICA 264

PARTE SECONDA LA STRUTTURA DI ATOMI E MOLECOLE

6 La struttura degli atomi 266

I fuochi d'artificio 266

6.1 La radiazione elettromagnetica 267

6.2 Quantizzazione: Planck, Einstein, energia e fotoni 269

L'equazione di Planck 269

Einstein e l'effetto fotoelettrico 271

Energia e chimica: l'uso dell'equazione di Planck 271

6.3 Gli spettri di emissione a righe degli atomi e Niels Bohr 272

Il modello di Bohr dell'atomo di idrogeno 273

La teoria di Bohr e gli spettri degli atomi eccitati 275

6.4 Dualismo onda-particella: preludio alla meccanica quantistica 278

Studio di un caso: Che cosa genera i colori nei fuochi d'artificio? 279

6.5 La visione moderna della struttura elettronica: meccanica ondulatoria o quantistica 281

I numeri quantici e gli orbitali 282

Livelli e sottolivelli 283

6.6 La forma degli orbitali atomici 284

Gli orbitali s 284

Gli orbitali p 285

Gli orbitali d 286

Approfondimento: Ulteriori considerazioni sulla forma degli orbitali e delle funzioni d'onda dell'atomo di idrogeno 287

Gli orbitali f 288

6.7 Un'ulteriore proprietà dell'elettrone: lo spin elettronico 288

Il numero quantico di spin, m_s 288

Approfondimento: Paramagnetismo e ferromagnetismo 289

Diamagnetismo e paramagnetismo 289

RIESAME DEGLI OBIETTIVI DEL CAPITOLO 290

Approfondimento: Spin quantizzati e MRI 291

EQUAZIONI CHIAVE 292

DOMANDE DI VERIFICA 293

APPLICAZIONE DI PRINCIPI CHIMICI: LA CHIMICA DEL SOLE 299

7 La struttura degli atomi e gli andamenti periodici 300

Rubini e zaffiri - Pietre preziose 300

7.1 Il principi di esclusione di Pauli 301

7.2 Le energie dei sottolivelli dell'atomo e l'assegnazione degli elettroni 303

Ordine delle energie dei sottolivelli e regole per l'assegnazione 303

La carica nucleare effettiva, Z^* 304

7.3 Le configurazioni elettroniche degli atomi 305

Configurazione elettronica degli elementi dei gruppi principali 307

Configurazione elettronica degli elementi di transizione 310

Approfondimento: Energie degli orbitali, Z^* e configurazioni elettroniche 312

7.4 Le configurazioni elettroniche degli ioni 313

Approfondimento: Domande riguardanti la configurazione elettronica degli elementi di transizione 314

7.5 Proprietà atomiche e andamenti periodici 315

La dimensione degli atomi 315

L'energia di ionizzazione 317

Entalpia di acquisizione elettronica ed affinità elettronica 320

Le dimensioni degli ioni 322

7.6 Andamenti periodici e proprietà chimiche 323

Studio di un caso: I metalli in biochimica e in medicina 325

RIESAME DEGLI OBIETTIVI DEL CAPITOLO 326

DOMANDE DI VERIFICA 327

APPLICAZIONE DI PRINCIPI CHIMICI: GLI ELEMENTI DELLE TERRE RARE NON SONO COSÌ RARI 333

Intercapitolo Pietre miliari nello sviluppo della chimica e la visione moderna degli atomi e delle molecole 334

Filosofi greci e alchimisti medioevali 335

I chimici del XVIII e XIX secolo 336

Struttura atomica: scoperte importanti dal 1890 in poi 338

Approfondimento: I giganti della scienza del XX secolo 342

La natura del legame chimico 343

LETTURE CONSIGLIATE 343

DOMANDE DI VERIFICA 343

8 Legame e struttura molecolare 344

Il legame chimico nel DNA 344

8.1 Formazione del legame chimico 345

8.2 Legame covalente e strutture di Lewis 346

Elettroni di valenza e simboli di Lewis per gli atomi 346
Le strutture elettroniche "a punti" di Lewis e la regola dell'ottetto 348

Disegnare le strutture "a punti" di Lewis 349

Approfondimento: Idee utili da considerare quando si disegnano strutture di Lewis 351

Prevedere le strutture di Lewis 351

8.3 Cariche atomiche formali in molecole e ioni covalenti 354

Approfondimento: Carica formale e numero di ossidazione 355

8.4 Risonanza 356

Approfondimento: Risonanza 357

Approfondimento: Una controversia scientifica - Ci sono doppi legami negli ioni solfato e fosfato? 359

8.5 Eccezioni alla regola dell'ottetto 360

Composti nei quali un atomo ha meno di otto elettroni di valenza 360

Composti nei quali un atomo ha più di otto elettroni di valenza 361

Molecole con un numero dispari di elettroni 362

Studio di un caso: Radicali ossidrilici, chimica dell'atmosfera e tinture per capelli 363

8.6 Forma delle molecole 364

Atomi centrali circondati solo da singole coppie di legame 364

Atomi centrali circondati da coppie di legame e coppie solitarie 366

Legami multipli e geometria molecolare 368

8.7 Polarità di legame ed elettronegatività 371

Distribuzione di carica: combinare la carica formale e l'elettronegatività 373

8.8 Polarità del legame e polarità della molecolare 375

Approfondimento: Visualizzare la distribuzione di carica e la polarità molecolare - Superfici del potenziale elettrostatico e cariche parziali 378

8.9 Proprietà del legame: ordine, distanza ed energia di legame 381

Ordine di legame 381

Distanza di legame 382

Entalpia di dissociazione di legame 383

Studio di un caso: Ibuprofene, uno studio di chimica verde 385

Approfondimento: Il DNA - Watson, Crick e Franklin 387

8.10 DNA, un riesame	388		
.....			
RIESAME DEGLI OBIETTIVI DEL CAPITOLO	389		
EQUAZIONE CHIAVE	391		
DOMANDE DI VERIFICA	391		
APPLICAZIONE DI PRINCIPI CHIMICI: LINUS PAULING E L'ELETRONEGATIVITÀ	399		
9 Legame e struttura molecolare: ibridazione di orbitali e orbitali molecolari	400		
Gas nobili: non così inerti	400		
9.1 Orbitali e teorie del legame	401		
9.2 Teoria del legame di valenza	402		
Il legame come sovrapposizione di orbitali atomici	402		
Ibridazione degli orbitali atomici	404		
I legami multipli	411		
Benzene: un caso speciale di legame π	415		
9.3 La teoria degli orbitali molecolari	416		
I principi della teoria degli orbitali molecolari	417		
Approfondimento: Orbitali molecolari nei composti formati dagli elementi del blocco <i>p</i>	423		
Le configurazioni elettroniche di molecole biatomiche eteronucleari	423		
La risonanza e la teoria MO	424		
Studio di un caso: Chimica verde, coloranti sicuri e orbitali molecolari	426		
Approfondimento: Legami a tre centri e orbitali ibridi con orbitali <i>d</i>	427		
.....			
RIESAME DEGLI OBIETTIVI DEL CAPITOLO	428		
EQUAZIONI CHIAVE	429		
DOMANDE DI VERIFICA	429		
APPLICAZIONE DI PRINCIPI CHIMICI: STUDIARE LE MOLECOLE CON LA SPETTROSCOPIA DI FOTOELETTRONI	437		
10 Il carbonio: un elemento fuori dal comune	438		
Il cibo degli dei	438		
10.1 Perché il carbonio?	439		
La diversità strutturale	439		
Gli isomeri	440		
Approfondimento: Scrivere una formula e disegnare una struttura	441		
La stabilità dei composti del carbonio	442		
Approfondimento: Chiralità ed elefanti	443		
10.2 Gli idrocarburi	443		
Gli alcani	443		
Gli alcheni e gli alchini	449		
Approfondimento: Molecole flessibili	449		
I composti aromatici	453		
10.3 Alcoli, eteri e ammine	457		
Approfondimento: La chimica del petrolio	458		
Alcoli ed eteri	458		
Le proprietà degli alcoli	461		
Le ammine	462		
10.4 I composti carbonilici	464		
Studio di un caso: Un risveglio con L-DOPA	464		
Aldeidi e chetoni	466		
Gli acidi carbossilici	467		
Approfondimento: Il glucosio e gli zuccheri	467		
Gli esteri	469		
Le ammidi	470		
10.5 I polimeri	473		
La classificazione dei polimeri	473		
I polimeri di addizione	473		
I polimeri di condensazione	477		
Approfondimento: I copolimeri e la copertina del libro	477		
Approfondimento: Copolimeri e ingegneria delle materie plastiche per mattoncini Lego e tatuaggi	478		
Approfondimento: Chimica verde: il riciclaggio del PET	479		
Studio di un caso: Adesivi ecologici	481		
.....			
RIESAME DEGLI OBIETTIVI DEL CAPITOLO	482		
DOMANDE DI VERIFICA	482		
APPLICAZIONE DI PRINCIPI CHIMICI: IL BIODIESEL: UN CARBURANTE INTERESSANTE PER IL FUTURO?	489		
Intercapitolo			
La chimica della vita: la biochimica	490		
Le proteine	491		
Le proteine sono costituite da amminoacidi	492		
La struttura delle proteine e l'emoglobina	493		
L'anemia falciforme	494		
Gli enzimi, i siti attivi e il lisozima	495		
Gli acidi nucleici	496		
La struttura degli acidi nucleici	496		
La sintesi proteica	498		
Il mondo a RNA e l'origine della vita	499		
I lipidi e le membrane cellulari	500		
Approfondimento: L'AIDS e la trascrittasi inversa	501		
Il metabolismo	504		
L'energia e l'ATP	504		
Le ossido-riduzioni e il NADH	505		
La respirazione e la fotosintesi	505		
Conclusioni	506		
.....			
LETTURE CONSIGLIATE	506		
DOMANDE DI VERIFICA	506		

PARTE TERZA STATI DELLA MATERIA

11 I gas e le loro proprietà 508

Malessero da altitudine e atmosfera 508

11.1 La pressione di un gas 510

Approfondimento: Misurare la pressione di un gas 511

11.2 Le leggi dei gas: le basi sperimentali 511

La legge di Boyle: la comprimibilità dei gas 511

L'effetto della temperatura sul volume dei gas: la legge di Charles 513

Combinare la legge di Boyle e la legge di Charles: la legge generale dei gas 515

L'ipotesi di Avogadro 516

Approfondimento: Gli studi sul gas: Robert Boyle e Jacques Charles 518

11.3 La legge dei gas ideali 518

La densità dei gas 519

Calcolo della massa molare di un gas dati P , V e T 521

11.4 Le leggi dei gas e le reazioni chimiche 522

11.5 Miscele di gas e pressioni parziali 524

11.6 La teoria cinetico-molecolare dei gas 527

Velocità molecolare ed energia cinetica 527

Approfondimento: L'atmosfera terrestre 528

Teoria cinetico-molecolare e leggi dei gas 531

11.7 Diffusione ed effusione 532

Approfondimento: Immersione in acque marine profonde 534

11.8 Comportamento non ideale dei gas 534

Studio di un caso: Cosa fare di tutta quella CO_2 ?

Ulteriori approfondimenti sulla chimica verde 536

RIESAME DEGLI OBIETTIVI DEL CAPITOLO 537

EQUAZIONI CHIAVE 537

DOMANDE DI VERIFICA 538

APPLICAZIONE DI PRINCIPI CHIMICI: IL DIRIGIBILE GOODYEAR 547

12 Le forze intermolecolari e i liquidi 548

I gechi possono arrampicarsi sui muri 548

12.1 Stati della materia e forze intermolecolari 549

12.2 Interazioni tra ioni e molecole dotate di un dipolo permanente 550

12.3 Interazioni tra molecole dotate di un dipolo 552

Forze dipolo-dipolo 552

Approfondimento: Sali idrati 553

Legami idrogeno 554

Il legame idrogeno e le straordinarie proprietà dell'acqua 556

Studio di un caso: Legame idrogeno e idrati di metano: opportunità e problemi 558

12.4 Forze intermolecolari che coinvolgono molecole non polari 559

Forze dipolo/dipolo indotto 559

Forze di dispersione di London: dipolo indotto/dipolo indotto 560

Approfondimento: Il legame idrogeno in biochimica 561

12.5 Riepilogo delle forze intermolecolari di van der Waals 563

12.6 Proprietà dei liquidi 564

Studio di un caso: Strage di animali da contaminazione di alimenti 565

L'evaporazione e la condensazione 565

Pressione di vapore 568

Pressione di vapore, entalpia di evaporazione ed equazione di Clausius-Clapeyron 570

Punto di ebollizione 571

Temperatura e pressione critiche 571

Tensione superficiale, azione capillare e viscosità 571

Approfondimento: CO_2 supercritica e chimica verde 574

RIESAME DEGLI OBIETTIVI DEL CAPITOLO 574

EQUAZIONI CHIAVE 575

DOMANDE DI VERIFICA 575

APPLICAZIONE DI PRINCIPI CHIMICI: LA CROMATOGRAFIA 581

13 La chimica dei solidi 582

Il litio e le "macchine ibride" 582

13.1 Reticoli cristallini e celle elementari 583

Approfondimento: Impaccamento delle arance e delle biglie 587

13.2 Strutture e formule dei solidi ionici 590

Studio di un caso: Acciaio ad elevata resistenza e celle elementari 592

13.3 Il legame nei metalli e nei semiconduttori 594

I semiconduttori 596

13.4 Il legame nei composti ionici: energia reticolare 598

Energia reticolare 598

Calcolo dell'entalpia reticolare da dati termodinamici 599

13.5 Lo stato solido: altri tipi di materiali solidi 601

Solidi molecolari 601

Solidi reticolari 601

Solidi amorfi 601

13.6 Cambiamenti di fase che coinvolgono i solidi 602

Fusione: la conversione da solido a liquido 602

Studio di un caso: Grafene: il solido reticolare del momento 603

Sublimazione: conversione di un solido in vapore 605

13.7 Diagrammi di stato 606

Acqua 606

Diagrammi di fase e termodinamica 606

Biossido di carbonio 606

RIESAME DEGLI OBIETTIVI DEL CAPITOLO 608

DOMANDE DI VERIFICA 609

APPLICAZIONE DI PRINCIPI CHIMICI: LA MALATTIA DELLO STAGNO 615

14 Le soluzioni e il loro comportamento 616

La sopravvivenza in mare 616

14.1 Le unità di misura della concentrazione 618

14.2 Il processo di dissoluzione 620

Solubilizzazione di liquidi in liquidi 621

Approfondimento: Soluzioni supersature 622

Solubilizzazione di solidi in acqua 622

Entalpia di soluzione 623

Entalpia di soluzione: dati termodinamici 625

14.3 I fattori che influenzano la solubilità: pressione e temperatura 626

Soluzioni di gas in liquidi: la legge di Henry 626

Effetto della temperatura sulla solubilità: il principio di Le Chatelier 627

Studio di un caso: Rilasci esplosivi di gas nei laghi e bibite gassate 629

14.4 Le proprietà colligative 630

Variazione della pressione di vapore: legge di Raoult 630

Innalzamento del punto di ebollizione 631

Abbassamento del punto di congelamento 634

Pressione osmotica 635

Approfondimento: Osmosi inversa per ottenere acqua pura 637

Proprietà colligative e determinazione della massa molare 638

Approfondimento: Osmosi e medicina 640

Proprietà colligative delle soluzioni contenenti ioni 640

14.5 I colloidali 643

Tipi di colloidali 644

I tensioattivi 645

RIESAME DEGLI OBIETTIVI DEL CAPITOLO 646

EQUAZIONI CHIAVE 647

DOMANDE DI VERIFICA 648

APPLICAZIONE DI PRINCIPI CHIMICI: LA DISTILLAZIONE 655

Intercapitolo

La chimica dei materiali moderni 656

Leghe: miscele di metalli 657

Semiconduttori 659

Applicazione dei semiconduttori: diodi, LED e transistor 659

Materiali ceramici 660

Vetro: un materiale ceramico disordinato 661

Materiali ceramici cotti per applicazioni speciali: cementi, argille e materiali refrattari 663

Aerogel 663

Materiali ceramici con proprietà eccezionali 664

Biomateriali: imparare dalla natura 665

Il futuro dei materiali 666

LETTURE CONSIGLIATE 667

DOMANDE DI VERIFICA 667

PARTE QUARTA IL CONTROLLO DELLE REAZIONI CHIMICHE

15 Cinetica chimica: la velocità delle reazioni chimiche 668

Che fine ha fatto l'indicatore? 668

15.1 La velocità delle reazioni chimiche 669

15.2 Condizioni di reazione e velocità 674

15.3 Effetto della concentrazione sulla velocità di reazione 675

Equazioni cinetiche 676

L'ordine di reazione 676

La costante di velocità, k 677

Determinazione dell'equazione cinetica 678

15.4 Relazione tra concentrazione e tempo: leggi cinetiche integrate 681

Reazioni di primo ordine 681

Reazioni di secondo ordine 683

Reazioni di ordine zero 684

Metodi grafici per la determinazione dell'ordine di reazione e della costante di velocità 684

Tempo di dimezzamento e reazioni di primo ordine 685

15.5 La velocità di reazione dal punto di vista microscopico 689

Teoria delle collisioni: effetto della concentrazione sulla velocità di reazione 689

Teoria delle collisioni: effetto della temperatura sulla velocità di reazione 690

Teoria delle collisioni: energia di attivazione 690

Approfondimento: Diagrammi delle coordinate di reazione 692

Teoria delle collisioni: energia di attivazione e temperatura 692

Teoria delle collisioni: effetto dell'orientazione molecolare sulla velocità di reazione 692

L'equazione di Arrhenius 693

Effetto dei catalizzatori sulla velocità di reazione 695

- 15.6 Meccanismi di reazione** 697
 Molecolarità degli stadi elementari 698
 Equazioni cinetiche per gli stadi elementari 699
 Molecolarità e ordine di reazione 699
 Meccanismi di reazione ed equazioni cinetiche 700
 Studio di un caso: Enzimi: catalizzatori naturali 702

 RIESAME DEGLI OBIETTIVI DEL CAPITOLO 706
 EQUAZIONI CHIAVE 707
 DOMANDE DI VERIFICA 708
 APPLICAZIONE DI PRINCIPI CHIMICI: CINETICA E MECCANISMI:
 UN MISTERO RISOLTO DOPO 70 ANNI 719
- 16 Principi di reattività: gli equilibri chimici** 720
Dinamico e reversibile! 720
- 16.1 L'equilibrio chimico: un riesame** 721
- 16.2 La costante di equilibrio e il quoziente di reazione** 722
 Scrivere le espressioni della costante di equilibrio 724
 Approfondimento: Attività e unità di misura di K 725
 Approfondimento: Espressione della costante di equilibrio per i gas - K_c e K_p 726
 Il significato della costante di equilibrio, K 726
 Il quoziente di reazione, Q 727
- 16.3 Calcolo della costante di equilibrio** 730
- 16.4 Uso della costante di equilibrio** 733
 Procedura di calcolo nel caso di espressioni quadratiche 734
- 16.5 Approfondimenti sulle equazioni bilanciate e le costanti di equilibrio** 738
- 16.6 Perturbare un equilibrio chimico** 740
 Effetto dell'aggiunta o della rimozione di un reagente o di un prodotto 741
 Effetto delle variazioni di volume sugli equilibri in fase gassosa 743
 Effetto delle variazioni di temperatura sulla composizione di un equilibrio 744
 Studio di un caso: Applicazione dei concetti dell'equilibrio: il processo Haber-Bosch 746

 RIESAME DEGLI OBIETTIVI DEL CAPITOLO 746
 EQUAZIONI CHIAVE 747
 DOMANDE DI VERIFICA 748
 APPLICAZIONE DI PRINCIPI CHIMICI: CARBONIO TRIVALENTE 755
- 17 I principi della reattività chimica: la chimica degli acidi e delle basi** 756
L'aspirina ha più di 100 anni! 756
- 17.1 Acidi e basi: un ripasso** 757
- 17.2 Estensione del concetto di acidi e basi di Brønsted-Lowry** 758
 Coppie coniugate acido-base 760
- 17.3 L'acqua e la scala di pH** 760
 Autoionizzazione dell'acqua e costante di ionizzazione dell'acqua, K_w 761
 La scala di pH 763
 Calcolare il pH 763
- 17.4 Costanti di equilibrio per acidi e basi** 764
 Valori di K_a per acidi poliprotici 767
 Scala logaritmica di forza acida relativa, pK_a 768
 Correlare le costanti di ionizzazione di un acido e della sua base coniugata 768
- 17.5 Proprietà acido-base dei sali** 769
- 17.6 Prevedere la direzione di una reazione acido-base** 771
- 17.7 Tipi di reazioni acido-base** 774
 La reazione di un acido forte e di una base forte 774
 La reazione di un acido debole con una base forte 774
 La reazione di un acido forte con una base debole 775
 La reazione di un acido debole con una base debole 775
- 17.8 Calcoli con costanti di equilibrio** 776
 Determinazione di K da concentrazioni iniziali e misure di pH 776
 Qual è il pH di una soluzione acquosa di un acido o di una base debole? 777
 Studio di un caso: Ti piacerebbe un po' di succo di belladonna nella tua bevanda? 784
- 17.9 Acidi e basi poliprotici** 785
- 17.10 Struttura molecolare, legame e comportamento acido-base** 787
 Forza acida degli alogenuri di idrogeno, HX 787
 Confronto tra ossiacidi: HNO_2 e HNO_3 787
 Approfondimento: Forza degli acidi e struttura molecolare 788
 Perché gli acidi carbossilici sono acidi di Brønsted? 789
 Perché i cationi idrati metallici sono acidi di Brønsted? 790
 Perché gli anioni sono basi di Brønsted? 791
- 17.11 Il concetto di acido e base secondo Lewis** 791
 Acidi di Lewis cationici 792
 Acidi di Lewis molecolari 794
 Basi di Lewis molecolari 794

 RIESAME DEGLI OBIETTIVI DEL CAPITOLO 796
 EQUAZIONI CHIAVE 796
 DOMANDE DI VERIFICA 797
 APPLICAZIONE DI PRINCIPI CHIMICI: L'EFFETTO LIVELLANTE, SOLVENTI NON ACQUOSI E SUPERACIDI 805

18 Principi di reattività chimica: altri aspetti degli equilibri in fase acquosa 806

Gli acidi nei prodotti naturali 806

18.1 L'effetto dello ione comune 807

18.2 Controllo del pH: soluzioni tampone 810

Espressioni generali per le soluzioni tampone 812

Preparazione di soluzioni tampone 814

Come una soluzione tampone controlla il pH? 816

18.3 Titolazioni acido-base 818

Titolazione di un acido forte con una base forte 818

Studio di un caso: Fare un respiro profondo 819

Titolazione di un acido debole con una base forte 820

Titolazione di acidi deboli poliprotici 824

Titolazione di una base debole con un acido forte 824

Indicatori di pH 826

18.4 Solubilità dei sali 828

La costante del prodotto di solubilità, K_{ps} 829

Relazione tra solubilità e K_{ps} 830

Approfondimento: Minerali e gemme - L'importanza della solubilità 831

Approfondimento: Calcoli di solubilità 833

Solubilità ed effetto dello ione comune 834

L'effetto di anioni basici sulla solubilità di un sale 837

18.5 Reazioni di precipitazione 839

K_{ps} e il quoziente di reazione, Q 839

Studio di un caso: Equilibri chimici negli oceani 840

K_{ps} , il quoziente di reazione e le reazioni di precipitazione 841

18.6 Equilibri che coinvolgono ioni complessi 843

18.7 Solubilità e ioni complessi 844

RIESAME DEGLI OBIETTIVI DEL CAPITOLO 846

EQUAZIONI CHIAVE 847

DOMANDE DI VERIFICA 848

APPLICAZIONE DI PRINCIPI CHIMICI: TUTTO QUELLO CHE LUCCICA ... 857

19 Principi di reattività chimica: entropia ed energia libera 858

Idrogeno per il futuro? 858

19.1 Processi spontanei ed energia trasferita sotto forma di calore 859

19.2 Dispersione di energia: entropia 861

Approfondimento: Processi reversibili e irreversibili 862

19.3 Entropia: comprensione a livello microscopico 862

Dispersione di energia 862

Dispersione della materia: un riesame della dispersione dell'energia 864

Un riepilogo su entropia, variazioni di entropia e dispersione di energia 866

19.4 Misura e valori dell'entropia 866

Valori dell'entropia standard, S° 866

Calcolo delle variazioni di entropia nei processi fisici e chimici 868

19.5 Variazioni di entropia e spontaneità 869

Riassumendo: reazioni spontanee o no? 872

19.6 Energia libera di Gibbs 874

Variazione in energia libera di Gibbs, ΔG 874

Energia libera di Gibbs, spontaneità ed equilibrio chimico 875

Riepilogando: energia libera di Gibbs ($\Delta_r G$ e $\Delta_r G^\circ$), quoziente di reazione (Q), costante di equilibrio (K) e previsione sull'andamento della reazione 877

Che cos'è l'energia "libera"? 877

19.7 Calcolo ed uso dell'energia libera 878

Energia libera di formazione standard 878

Calcolo del $\Delta_r G^\circ$ variazione dell'energia libera per una reazione in condizioni standard 878

Energia libera e temperatura 880

Studio di un caso: La termodinamica e gli organismi viventi 881

Come usare la relazione tra $\Delta_r G^\circ$ e K 883

RIESAME DEGLI OBIETTIVI DEL CAPITOLO 884

EQUAZIONI CHIAVE 885

DOMANDE DI VERIFICA 886

APPLICAZIONE DI PRINCIPI CHIMICI: UN DIAMANTE È PER SEMPRE? 893

20 Principi di reattività: le reazioni a trasferimento di elettroni 894

Batterie e produzione di energia 894

20.1 Reazioni di ossido-riduzione 896

Bilanciamento delle equazioni di ossido-riduzione 896

20.2 Celle voltaiche 903

Celle voltaiche con elettrodi inerti 906

Convenzioni usate per le celle elettrochimiche 907

20.3 Celle voltaiche in commercio 908

Batterie primarie: pile a secco e batterie alcaline 909

Batterie secondarie o ricaricabili 910

Celle a combustibile 912

20.4 Potenziali elettrochimici standard	913
Forza elettromotrice	913
Come misurare i potenziali standard	913
Approfondimento: F.e.m., potenziale di cella e voltaggio	915
Potenziali di riduzione standard	916
Tabella dei potenziali di riduzione standard	916
Come usare la tabella dei potenziali di riduzione standard	918
Forza relativa di agenti ossidanti e riducenti	919
Approfondimento: Un mal di denti elettrochimico	921
20.5 Celle elettrochimiche in condizioni non standard	921
L'equazione di Nernst	921
Studio di un caso: Manganese negli oceani	922
20.6 Elettrochimica e termodinamica	925
Lavoro ed energia libera	925
E° e costante di equilibrio	926
20.7 Elettrolisi: reazioni chimiche mediante energia elettrica	929
Elettrolisi di sali fusi	929
Elettrolisi di soluzioni acquose	931
Approfondimento: L'elettrochimica e Michael Faraday	934
20.8 Conteggio degli elettroni	934
.....	
RIESAME DEGLI OBIETTIVI DEL CAPITOLO	935
EQUAZIONI CHIAVE	936
DOMANDE DI VERIFICA	937
APPLICAZIONE DI PRINCIPI CHIMICI: SACRIFICIO!	945

Intercapitolo La chimica dell'ambiente 946

L'atmosfera	947
Azoto ed ossidi di azoto	948
Ossigeno	949
Ozono	950
Clorofluorocarburi (CFC) ed ozono	951
Anidride carbonica	952
Cambiamenti climatici	952
L'effetto serra	952
L'idrosfera	953
Gli oceani	954
L'acqua potabile	954
Purificazione delle acque	954
Osmosi inversa nella purificazione dell'acqua	955
Diminuzione della riserva di acqua	955
Approfondimento: Clorazione nelle riserve di acqua	956
Inquinamento nell'acqua	956
Fosfati	956
Metalli pesanti	957
Nuovi inquinanti	957

Arsenico nell'acqua potabile	957
Fluoruro nell'acqua potabile	958

Chimica verde 958

.....	
LETTURE SUGGERITE	959
DOMANDE DI VERIFICA	959

PARTE QUINTA LA CHIMICA DEGLI ELEMENTI E I LORO COMPOSTI

21 La chimica degli elementi dei gruppi principali 960

Carbonio e silicio 960

21.1 Abbondanza degli elementi	961
21.2 La tavola periodica: una guida agli elementi	962
Gli elettroni di valenza	962
Composti ionici degli elementi dei gruppi principali	962
Composti covalenti degli elementi dei gruppi principali	963
21.3 Idrogeno	966
Proprietà chimiche e fisiche dell'idrogeno	966
Approfondimento: L'idrogeno, l'elio e gli aerostati	967
Preparazione dell'idrogeno	968
21.4 I metalli alcalini, il gruppo 1A	969
Preparazione di sodio e potassio	970
Proprietà di sodio e potassio	970
Approfondimento: Il potere riducente dei metalli alcalini	972
Importanti composti di litio, sodio e potassio	972
21.5 I metalli alcalino-terrosi, il gruppo 2A	974
Proprietà di calcio e magnesio	975
Metallurgia del magnesio	975
Approfondimento: Metalli alcalino-terrosi e biologia	976
I minerali del calcio e le loro applicazioni	976
Approfondimento: I Romani, il calcare e lo champagne	977
Studio di un caso: L'acqua dura	978
21.6 Boro, alluminio e gli elementi del gruppo 3A	979
La chimica degli elementi del gruppo 3A	979
I minerali del boro e produzione dell'elemento	979
L'alluminio metallico e la sua produzione	980
I composti del boro	982
I composti dell'alluminio	983
21.7 Silicio e gli elementi del gruppo 4A	984
Il silicio	984
Il diossido di silicio	985
I silicati con struttura a catena e a nastro	986
I silicati con struttura a strati e gli alluminosilicati	986
I siliceni	987
Studio di un caso: Il piombo, Beethoven e la soluzione di un mistero	988

21.8	Azoto, fosforo e gli elementi del gruppo 5A	989			
	Proprietà di azoto e fosforo	989			
	I composti dell'azoto	990			
	Studio di un caso: Un acquario di acqua marina e il ciclo dell'azoto	991			
	Approfondimento: Produrre il fosforo	993			
	I composti idrogenati del fosforo e di altri elementi del gruppo 5A	994			
	Gli ossidi e i solfuri del fosforo	994			
	Gli ossiacidi del fosforo e i loro sali	996			
21.9	Ossigeno, zolfo e gli elementi del gruppo 6A	998			
	Preparazione e proprietà degli elementi	998			
	I composti dello zolfo	999			
	Approfondimento: Gli snot-tites e la chimica dello zolfo	1001			
21.10	Gli alogeni, il gruppo 7A	1001			
	Preparazione degli elementi	1001			
	I composti del fluoro	1003			
	I composti del cloro	1004			
				
	RIESAME DEGLI OBIETTIVI DEL CAPITOLO	1006			
	DOMANDE DI VERIFICA	1007			
	APPLICAZIONE DI PRINCIPI CHIMICI: IL TRIANGOLO DI VAN ARKEL E IL LEGAME	1015			
22	La chimica degli elementi di transizione	1016			
	Metalli dotati di memoria	1016			
22.1	Le proprietà degli elementi di transizione	1018			
	Configurazioni elettroniche	1019			
	Ossidazione e riduzione	1019			
	Andamenti periodici nel blocco <i>d</i> : dimensione, densità e punto di fusione	1020			
	Approfondimento: La corrosione del ferro	1021			
22.2	Metallurgia	1023			
	Pirometallurgia: produzione del ferro	1024			
	Idrometallurgia: produzione del rame	1025			
22.3	Composti di coordinazione	1026			
	Complessi e leganti	1026			
	Le formule dei composti di coordinazione	1029			
	Nomenclatura dei composti di coordinazione	1031			
	Approfondimento: Emoglobina	1032			
22.4	Strutture dei composti di coordinazione	1034			
	Geometrie di coordinazione comuni	1034			
	Isomeria	1034			
22.5	Il legame nei composti di coordinazione	1038			
	Gli orbitali <i>d</i> : la teoria del campo cristallino	1038			
	Configurazioni elettroniche e proprietà magnetiche	1040			
22.6	I colori dei composti di coordinazione	1043			
	Colore	1043			
	La serie spettrochimica	1044			
	Studio di un caso: La scoperta accidentale di un agente chemioterapico	1044			
22.7	Chimica organometallica: composti con legami metallo-carbonio	1047			
	Complessi metallici del monossido di carbonio	1047			
	La regola del numero atomico effettivo e il legame nei composti organometallici	1048			
	I leganti nei composti organometallici	1049			
	Studio di un caso: Ferrocene - L'inizio di una rivoluzione chimica	1050			
				
	RIESAME DEGLI OBIETTIVI DEL CAPITOLO	1051			
	DOMANDE DI VERIFICA	1052			
	APPLICAZIONE DI PRINCIPI CHIMICI: I CATALIZZATORI NELLA CHIMICA VERDE	1057			
23	La chimica nucleare	1058			
	Un reattore nucleare primordiale	1058			
23.1	La radioattività naturale	1059			
23.2	Reazioni nucleari e decadimento radioattivo	1060			
	Equazioni delle reazioni nucleari	1060			
	Serie di decadimento radioattivo	1061			
	Altri tipi di decadimento radioattivo	1063			
23.3	Stabilità dei nuclei atomici	1065			
	La banda di stabilità e il decadimento radioattivo	1065			
	L'energia di legame nucleare	1067			
23.4	Velocità di decadimento radioattivo	1070			
	Tempo di dimezzamento (emivita)	1070			
	Cinetica del decadimento nucleare	1071			
	La datazione al radiocarbonio	1073			
23.5	Reazioni nucleari artificiali	1075			
	Approfondimento: La ricerca di nuovi elementi	1076			
23.6	La fissione nucleare	1078			
23.7	La fusione nucleare	1080			
23.8	Salute e sicurezza con l'utilizzo delle radiazioni	1081			
	Le unità di misura delle radiazioni	1081			
	Radiazioni: dosi ed effetti	1081			
	Approfondimento: Qual è un'esposizione sicura?	1083			
23.9	Applicazioni della chimica nucleare	1083			
	Medicina nucleare: produzione di immagini in medicina	1083			
	Approfondimento: Il tecnezio-99m	1084			
	Medicina nucleare: radioterapia	1085			
	Metodi analitici: l'uso di isotopi radioattivi come traccianti	1085			
	Metodi analitici: la diluizione isotopica	1085			
	Scienze spaziali: analisi per attivazione da neutroni e rocce lunari	1086			

Scienze alimentari: irradiazione degli alimenti 1086
Studio di un caso: Medicina nucleare
e ipertiroidismo 1087
.....
RIESAME DEGLI OBIETTIVI DEL CAPITOLO 1088
EQUAZIONI CHIAVE 1088
DOMANDE DI VERIFICA 1089
APPLICAZIONE DI PRINCIPI CHIMICI: L'ETÀ DELLE METEORITI 1094

- A** **Appendici** A-1
- A** **Uso dei logaritmi ed equazione quadratica** A-2
- B** **Alcuni importanti concetti di fisica** A-6
- C** **Abbreviazioni e utili fattori di conversione** A-9
- D** **Costanti fisiche** A-13
- E** **Nomenclatura dei composti organici** A-15
- F** **Valori dell'energia di ionizzazione e dell'entalpia di acquisizione elettronica degli elementi** A-18
- G** **Pressione di vapore dell'acqua al variare della temperatura** A-19
- H** **Costanti di ionizzazione di acidi deboli a 25 °C** A-20
- I** **Costanti di ionizzazione di basi deboli a 25 °C** A-22

- J** **Costanti del prodotto di solubilità di alcuni composti inorganici a 25 °C** A-23
- K** **Costanti di formazione di alcuni ioni complessi in soluzione acquosa a 25 °C** A-25
- L** **Una selezione dei valori termodinamici** A-26
- M** **Potenziali standard di riduzione in soluzione acquosa a 25 °C** A-32
- N** **Risposte alle domande presenti nei paragrafi all'inizio di ciascun capitolo e negli inserti "Studio di un caso"** A-36
- O** **Risposte alle domande presenti alla voce "Verifica dell'apprendimento" a conclusione di ciascun Esercizio svolto nel paragrafo** A-47
- P** **Risposte alle domande presenti negli inserti "Riesame e verifica del paragrafo" alla fine di determinati paragrafi** A-63
- Q** **Risposte alle Domande di verifica selezionate presenti negli Inter capitoli** A-72
- R** **Risposte alle Domande di verifica selezionate presenti alla fine dei capitoli** A-75

Indice/glossario I-1

PREFAZIONE

Noi autori di questo libro abbiamo molti anni di esperienza come insegnanti di chimica generale e di altre discipline chimiche a livello universitario. Anche se abbiamo seguito diverse strade nelle nostre carriere, abbiamo molti obiettivi in comune. Uno di questi è offrire un'ampia trattazione dei principi fondamentali della chimica, della reattività degli elementi chimici e dei loro composti e delle applicazioni della chimica. Per raggiungere questo obiettivo con i nostri studenti abbiamo tentato di mettere in evidenza la stretta relazione tra le osservazioni che i chimici fanno sui cambiamenti chimici e fisici, sia in laboratorio sia in natura, e il modo in cui questi cambiamenti sono analizzati a livello atomico e molecolare.

Un altro obiettivo è stato quello di presentare la chimica non solo come una materia con una storia molto vivace, ma anche caratterizzata da una grande dinamicità, con importanti nuovi sviluppi che si realizzano giorno per giorno. In più vorremmo fornire alcune informazioni sugli aspetti della chimica del mondo che ci circonda. Infatti, uno dei principali obiettivi di questo libro è fornire gli strumenti necessari per creare una coscienza chimica del cittadino. Imparare delle nozioni di chimica è importante tanto quanto apprendere alcuni principi di matematica e di biologia, o anche quanto avere una discreta conoscenza di storia, musica e letteratura. Ad esempio, si potrebbe imparare a conoscere quali materiali sono importanti per l'economia, quali sono alcune delle reazioni che hanno luogo nelle piante, negli animali e nell'ambiente in cui viviamo, quale ruolo i chimici svolgono nel proteggere l'ambiente. A questo proposito, un'area della chimica in via di sviluppo, evidenziata in questa edizione, è la chimica "verde" anche detta chimica sostenibile.

Questi obiettivi e questo approccio alla chimica sono i principi ispiratori di questo testo Chimica, utilizzato da

più di un milione di studenti nelle precedenti edizioni. La prima edizione risale al 1987 e l'edizione del 2012 ha segnato il **25° anniversario del libro**. L'anniversario d'argento!

Dando uno sguardo alle precedenti edizioni è possibile osservare come nel corso del tempo il libro sia cambiato. Vi sono, infatti, molti inserti nuovi e interessanti. In questi anni ci sono stati significativi progressi nel campo dell'informatica e da ciò abbiamo tratto dei vantaggi per un nuovo approccio alla materia. Il desiderio di rendere il libro sempre migliore per i nostri studenti è stata la spinta per la preparazione di ogni nuova edizione. Questa edizione include un nuovo approccio alla risoluzione dei problemi, un nuovo modo di descrivere l'uso contemporaneo della chimica, delle nuove tecnologie e dell'integrazione di tecnologie già esistenti.

Utilizzatori del testo

Il testo è stato progettato per un corso introduttivo alla chimica indirizzato a studenti di chimica o di altre discipline scientifiche quali biologia, ingegneria, geologia, fisica. Si presume che gli studenti abbiano una certa preparazione in algebra e nelle discipline scientifiche e, quantunque decisamente utile, non è necessaria alcuna conoscenza preliminare di chimica.

Modalità di approccio al programma di studio

Sin dalla prima edizione del libro, ci siamo prefissati molti obiettivi fondamentali, non indipendenti tra loro. Il primo obiettivo era quello di creare un libro che risultasse piacevole da leggere e che allo stesso tempo fosse organizzato in modo tale da risultare adatto ai corsi universitari attuali. Il secondo obiettivo era quello di dare un'idea dell'utilità e dell'importanza della chimica, introducendo le proprietà degli elementi, i loro composti e le loro reazioni il più presto possibile e focalizzando la discussione su questi argomenti. Abbiamo cercato di descrivere gli elementi, i composti e le loro reazioni nel modo migliore possibile attraverso:

- l'introduzione di **materiale sulle proprietà degli elementi e dei composti** appena possibile negli Esempi e nelle Domande di verifica (e specialmente nelle domande di *Applicazione di principi chimici*) e l'introduzione di nuovi principi usando delle reali situazioni chimiche;
- utilizzo di numerose **fotografie a colori** degli elementi e composti comuni, delle reazioni chimiche, dei procedimenti tipici di laboratorio e dei processi industriali;



John C. Kotz

Novità in questa edizione

- In tutti gli **Esempi** presenti nel libro è illustrato **un nuovo modo per risolvere i problemi**. Ciascun Esempio è suddiviso nelle seguenti categorie: Problema, Conoscenze preliminari, Strategia, Soluzione, Ulteriori considerazioni, Verifica dell'apprendimento. La maggior parte delle domande riportate in "Verifica dell'apprendimento" rappresenta una rielaborazione degli esercizi della precedente edizione. Presentati sotto questa forma dovrebbero rappresentare uno strumento più utile.
- Alla fine di quasi tutti i paragrafi di un capitolo sono riportate delle nuove domande di **Riesame e verifica del paragrafo**. Esse sono finalizzate ad essere svolte in pochi minuti per controllare la comprensione del paragrafo.

Esempio generale di percorso strategico



- Il **Percorso strategico del problema** è una **nuova** caratteristica di questa edizione. In tutto il libro vi sono circa 60 percorsi strategici affiancati agli Esempi. Essi rappresentano un modo per visualizzare il percorso da compiere per risolvere il problema.
- Tranne nel Capitolo 1, in ciascun capitolo sono riportate delle nuove **domande di verifica** in **Applicazione di Principi Chimici**. Ciò aiuta gli studenti ad applicare i principi appresi nei vari capitoli ai problemi del mondo reale. Gli argomenti riguardano la scoperta dei gas nobili, la scoperta degli elementi presenti nel sole, gli antiacidi, la polvere da sparo, gli elementi delle terre rare, la datazione delle meteoriti.
- Nel libro, oltre a Verifica dell'apprendimento, Riesame e verifica del paragrafo, le Domande di Applicazione di principi chimici, a fine capitolo vi sono **2210 Domande di verifica**.
- Nel Capitolo 1 è riportata una **nuova** trattazione dei principi della "Chimica verde", seguita da 10 articoli all'interno del libro. Si veda, per esempio, Chimica verde ed economia degli atomi (pagina 168), la sintesi dell'ibuprofene (pagina 385) e il litio e le macchine ibride (pagina 582). Lo sviluppo di questa nuova caratteristica è stata curata dal Professor Michael Cann dell'Università di Scranton, un'autorità nella chimica verde.
- Gli **Intercapitoli** sull'energia, biochimica, chimica dei materiali e dell'ambiente sono aggiornati in base alle scoperte più recenti.
- Vi sono **10 nuove introduzioni ai capitoli**. Si vedano, per esempio, argo-

menti quali l'oro (pagina 1), energia e dieta (pagina 208), rubini e zaffiri (pagina 300), cioccolata (pagina 438) e macchine ibride (pagina 582).

- Sono stati inseriti 17 **nuovi Studio di un caso**. Questi includono la storia di Ötzi, l'uomo venuto dal ghiaccio delle Alpi (pagina 58); radicali liberi e tinture per capelli (pagina 363); idrati del metano e sversamento di petrolio nel Golfo del Messico (pagina 558); strage di animali da contaminazione di alimenti (pagina 565) e rilasci esplosivi di gas nei laghi e bibite gassate (pagina 629).
- Riorganizzazione/aggiunta/revisione degli argomenti:**
 - Una breve introduzione sull'energia è stata spostata dal Capitolo 5 al Capitolo 1 e le unità di misura usate nella termochimica sono state introdotte nell'intercapitolo Riesaminiamo del Capitolo 1.
 - I contenuti sui legami metallici e semiconduttori sono stati spostati dall'Intercapitolo dei materiali nel capitolo sulla chimica dello stato solido (Capitolo 13).
 - Una breve discussione sull'attività è stata inserita nel capitolo che riguarda gli equilibri (Capitolo 16).
 - La maggior parte delle illustrazioni è stato aggiornata e/o rifatta.
 - In alcuni capitoli sono state inserite nuove Domande di verifica.

- l'introduzione, all'inizio di ciascun capitolo, di **problemi di chimica pratica** che sono rilevanti nel capitolo quali, per esempio, una breve discussione sull'energia nei cibi comuni o sulla fonte di litio nelle batterie delle auto;
- l'uso di numerosi **Studi di un caso** e l'introduzione delle Domande in **Applicazione di Principi chimici** riguardanti la chimica pratica.

Organizzazione del testo

Il testo abbraccia due temi principali: *la reattività chimica e il legame e la struttura molecolare*. Nei capitoli sui *principi della reattività* sono introdotti i fattori responsabili del successo delle reazioni chimiche nel convertire i reagenti in prodotti. A tal proposito saranno discussi i principali tipi di reazioni, l'energia coinvolta nelle reazioni e i

fattori che influenzano la velocità di una reazione. Negli ultimi decenni, una delle ragioni dell'enorme progresso della chimica e della biologia molecolare è stata la comprensione della struttura molecolare. I paragrafi relativi al legame e alla struttura molecolare forniscono le basi per comprendere questi progressi. Particolare attenzione è stata dedicata alla comprensione degli aspetti strutturali di alcune importanti molecole biologiche, come il DNA.

Flessibilità dell'organizzazione dei capitoli

Uno sguardo ai testi di chimica attualmente disponibili mostra una sequenza degli argomenti comunemente adottata dai docenti. Con poche variazioni, abbiamo seguito questo ordine, che non è obbligatorio, perché i capitoli possono essere studiati con un ordine diverso. Per esempio, il capitolo sul **comportamento dei gas** (Capitolo 11) è stato posto insieme ai capitoli che trattano i liquidi, i solidi e le soluzioni (Capitoli 12-14), perché ci è sembrato più logico collegarlo con questi argomenti; tuttavia, l'argomento potrebbe essere letto e compreso già dopo i primi quattro capitoli.

Allo stesso modo, i capitoli sulle strutture atomiche e molecolari (Capitoli dal 6 al 9) potrebbero essere studiati prima dei capitoli sulla stechiometria e sulle reazioni comuni (Capitoli 3 e 4). Per facilitare ciò, abbiamo spostato un'introduzione sull'energia e le sue unità nel Capitolo 1.

Anche i capitoli sull'equilibrio chimico (Capitoli da 16 a 18) potrebbero essere trattati prima dei capitoli sulle soluzioni e sulla cinetica (Capitoli 14 e 15).

La chimica organica (Capitolo 10) è spesso collocata come parte finale nei testi di chimica generale. Noi riteniamo, invece, data l'importanza dei composti organici in biochimica e nell'industria chimica, che tale argomento possa essere posizionato prima. Questa trattazione segue quindi i capitoli sulla struttura e sul legame, in quanto la chimica organica mostra meglio le applicazioni dei modelli dei legami chimici e delle strutture molecolari. Tuttavia uno potrebbe utilizzare il testo senza includere questo capitolo.



Colori alla fiamma di sali di boro, sodio e stronzio.



Cristalli di fluorite, CaF_2 .

L'ordine degli argomenti nel testo è stato concepito per introdurre, non appena possibile, le conoscenze richieste per gli esperimenti di laboratorio, eseguiti comunemente nei corsi introduttivi di chimica. Per questa ragione, i capitoli sulle proprietà chimiche e fisiche, i tipi più comuni di reazioni e la stechiometria sono trattati all'inizio in questo testo. Inoltre, giacché l'argomento energia è così importante per lo studio della chimica, un'introduzione sull'energia e le sue unità sono state introdotte nel Capitolo 1 e la termochimica è stata trattata nel Capitolo 5.

Intercapitoli

In aggiunta ai capitoli tradizionali, gli usi e le applicazioni della chimica sono descritti in maniera più dettagliata negli Intercapitoli: *La chimica dei combustibili e delle risorse energetiche*; *Pietre miliari nello sviluppo della chimica e la visione moderna degli atomi e delle molecole*; *La chimica della vita: la biochimica*; *La chimica dei materiali moderni* e *La chimica dell'ambiente*.

Organizzazione e obiettivi del testo

Parte 1: Gli strumenti fondamentali della chimica

Nella Parte 1 sono introdotti concetti e metodi che sono le basi di tutta la chimica. Il Capitolo 1 definisce termini importanti ed è seguito dall'Intercapitolo *Riesaminiamo* che descrive le unità di misura e i metodi matematici. Il Capitolo 2 introduce i concetti base di atomi, molecole e ioni e descrive il più importante strumento organizzativo della chimica, la tavola periodica. Nei Capitoli 3 e 4 inizia la discussione sui principi della reattività chimica e sono introdotti i metodi numerici utilizzati dai chimici per trarre informazioni quantitative dalle reazioni chimiche. Il Capitolo 5 introduce l'energia coinvolta nei processi chimici. L'Intercapitolo *La chimica dei combustibili e delle risorse energetiche*, che segue il Capitolo 5, tratta molti dei concetti sviluppati nei capitoli precedenti.

Parte 2: La struttura degli atomi e delle molecole

Lo scopo della Parte 2 è di descrivere le attuali teorie sulla disposizione degli elettroni negli atomi (Capitoli 6 e 7). Questa discussione è strettamente legata alla disposizione degli elementi nella tavola periodica e alle loro proprietà periodiche. Nel Capitolo 8 si discutono in dettaglio i legami chimici e le loro proprietà. Inoltre, è illustrato come ricavare la struttura tridimensionale di molecole semplici. Il Capitolo 9 tratta in dettaglio le principali teorie dei legami chimici.

Questa parte termina con una discussione sulla chimica organica (Capitolo 10), principalmente da un punto di vista strutturale.

In questa parte sono inclusi gli intercapitoli *Pietre miliari nello sviluppo della chimica e la visione moderna degli atomi e delle molecole*. *La chimica della vita: la biochimica* mette in luce alcuni dei più importanti aspetti della biochimica.

Parte 3: Gli stati della materia

Il comportamento dei tre stati della materia – gassoso, liquido e solido – è descritto in questo ordine nei Capitoli 11-13. La trattazione dei liquidi e dei solidi è collegata a quella dei gas attraverso la descrizione delle forze intermolecolari nel Capitolo 12, con particolare attenzione alla struttura dell'acqua in forma liquida e solida. Nel Capitolo 14 sono descritte le proprietà delle soluzioni, miscele omogenee di gas, di liquidi e di solidi.

Progettare e sviluppare nuovi materiali con proprietà utili è uno dei campi più emozionanti della chimica moderna e così l'Intercapitolo *La chimica dei materiali moderni* è stato inserito in successione al Capitolo 14.

Parte 4: Il controllo delle reazioni chimiche

Questa parte è dedicata interamente ai *Principi di reattività*. Il Capitolo 15 esamina l'importante questione delle velocità dei processi chimici e i fattori che controllano queste velocità. Successivamente, nei Capitoli dal 16 al 18, vengono descritte le reazioni chimiche all'equilibrio. Dopo un'introduzione all'equilibrio nel Capitolo 16, sono descritte dettagliatamente le reazioni che coinvolgono gli acidi e le basi in acqua (Capitoli 17 e 18) e le reazioni che portano alla formazione di sali insolubili (Capitolo 18). Il Capitolo 19 tratta la termodinamica. Come argomento finale di questa Parte 4, nel Capitolo 20 sono descritte le reazioni chimiche che coinvolgono il trasferimento di elettroni e viene spiegato l'uso di queste reazioni nelle celle elettrochimiche. L'Intercapitolo *La chimica dell'ambiente*, posizionato al termine della Parte 4, utilizza i principi della cinetica e degli equilibri chimici in particolare, così come i principi descritti nei capitoli precedenti.

Parte 5: La chimica degli elementi e dei loro composti

Sebbene la chimica dei vari elementi sia trattata nel corso di tutto il testo, la Parte 5 affronta questo argomento in un modo più sistematico. Il Capitolo 21 è dedicato alla chimica degli elementi dei gruppi principali, mentre il Capitolo 22 tratta degli elementi di transizione e dei loro composti. Infine il Capitolo 23 presenta una breve discussione della chimica nucleare.

Caratteristiche del libro

Molti anni fa uno studente di uno degli autori, che attualmente è un amministrativo, condivise con noi una visione interessante. Egli disse che nonostante la chimica generale fosse stata una delle materie per lui più difficili, il corso si è poi rivelato il più utile tra quelli seguiti, in quanto gli aveva insegnato a risolvere i problemi.

Noi siamo gratificati da questa visione. Abbiamo sempre pensato che, per molti studenti, un obiettivo importante nella chimica generale non debba essere solo quello di insegnare la chimica ma piuttosto di aiutare gli studenti a fare dei ragionamenti critici e ad acquisire l'abilità nel risolvere i problemi. Molte delle caratteristiche di questo libro sono finalizzate a sostenere tali obiettivi.

Approccio alla risoluzione dei problemi: organizzazione e percorsi strategici

Gli Esempi di soluzione di problemi rappresentano una parte essenziale di ciascun capitolo. Per agevolare gli studenti nel seguire la logica della soluzione, questi problemi sono stati organizzati in base allo schema seguente:

PROBLEMA

Si espone il problema.

CONOSCENZE PRELIMINARI

Si elencano le informazioni note da cui partire per trovare la soluzione.

STRATEGIA

Si associano gli obiettivi con le informazioni disponibili per ipotizzare un percorso.

SOLUZIONE

Si procede per stadi, sia logici che matematici, per trovare la risposta.

ULTERIORI CONSIDERAZIONI

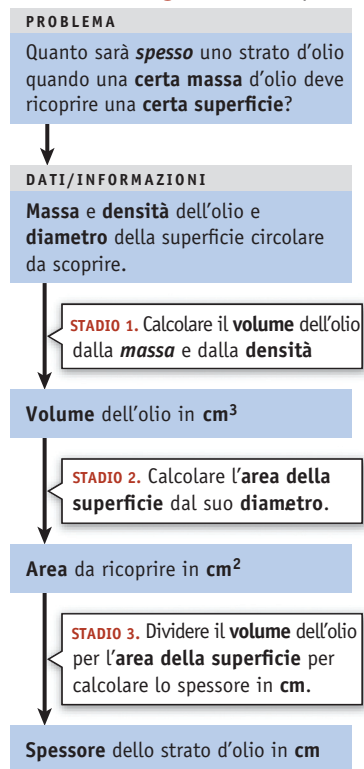
Si chiede se la risposta è ragionevole o quale sia il suo significato.

VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Viene posto un problema simile allo studente per esercitarsi.

Per molti problemi un **percorso strategico** può rivelarsi uno strumento utile per la soluzione del problema. Per esempio, alle pagine 42-44, è stato chiesto quanto dovrebbe essere spesso uno strato di olio quando si distribuisce una data massa di olio sulla superficie dell'acqua in un piatto. Per aiutare la visualizzazione della logica del problema, l'Esempio è accompagnato dal percorso strategico riportato qui sotto.

Percorso strategico dell'Esempio 5



Nel libro vi sono circa 60 percorsi strategici associati agli Esempi.

Riesame e verifica: nuove domande di verifica brevi

Abbiamo aggiunto nuove domande con risposta multipla alla fine della maggior parte dei paragrafi. Gli studenti possono controllare l'apprendimento del paragrafo rispondendo a queste brevi domande. Le risposte alle domande sono riportate nell'appendice P.

Obiettivi dei capitoli rivisitati

Gli obiettivi da perseguire per ciascun capitolo sono elencati sulla prima pagina del capitolo e poi sono riesaminati e descritti in maggior dettaglio nell'ultima pagina. Questi obiettivi sono molto utili nello studio. Gli studenti possono esaminare i vari obiettivi e chiedersi se sono stati raggiunti.

Domande di verifica alla fine del capitolo

Ciascun capitolo termina con 50-100 *Domande di verifica* (o anche di più) raggruppate come segue:

- **Parte iniziale**
Queste domande sono raggruppate per argomento.
- **Domande di carattere generale**
Queste domande non si riferiscono ad un argomento specifico.
- **In laboratorio**
Questi sono problemi che si potrebbero incontrare in un esperimento di laboratorio.
- **Domande concettuali e di ricapitolazione**
Queste domande richiedono l'uso di concetti introdotti nel capitolo e in capitoli precedenti.
- **Applicazione di principi chimici**
Queste domande sono precedute da una breve descrizione sull'argomento che pone le basi necessarie per affrontare il problema.

Infine, bisogna notare che alcune domande presentano un triangolo rosso (▲) per indicare che si tratta di quesiti di maggiore difficoltà.

Altri inserti del testo

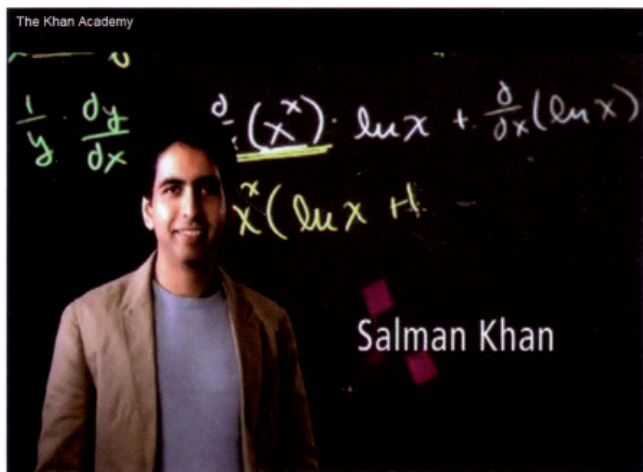
Come nella precedente edizione sono presenti gli inserti *Approfondimento* (per esaminare un argomento rilevante) e *Suggerimento per la risoluzione dei problemi*. Inoltre sono stati rivisitati o aggiunti nuovi *Studi di un caso*, di cui qualcuno riguarda la chimica "verde" o sostenibile.

Cambiamenti nella quinta edizione

Inserimenti significativi nel libro, come il nuovo formato per risolvere i problemi, i percorsi strategici, descrizioni della chimica verde e i problemi riportati in *Applicazione di principi chimici*, sono stati elencati nella sezione "Novità in questa edizione". Inoltre abbiamo fornito molte foto ed illustrazioni provando continuamente a migliorare le didattiche al loro interno. L'elenco seguente riporta capitolo per capitolo i principali cambiamenti di questa edizione rispetto alla precedente.

Capitolo 1 I concetti alla base della chimica

- Introduzione al capitolo: Oro!
- Nuovo paragrafo introduttivo: abbiamo elencato le investigazioni forensi eseguite sull'Uomo venuto dal ghiaccio delle Alpi.
- Nuovo *Approfondimento*: Le carriere professionali in chimica. Testimonianza di un ex studentessa che ora è un chimico forense.
- Nuovo Paragrafo 1.2, Sviluppo sostenibile e chimica verde. Chimica verde è il termine usato in tutto il libro.



Salman Khan of the Khan Academy.

- Nuovo *Approfondimento*: I principi della chimica verde.
- Nuovo *Approfondimento*: I nomi e i simboli degli elementi.
- Nuovo Paragrafo 1.8: L'energia: alcuni principi di base. L'introduzione all'energia è stata spostata dal Capitolo 5.
- Nuovo *Studio di un caso*: La CO₂ negli oceani.
- Venti Domande di verifica nuove o rivisitate (su 46).

Intercapitolo Riesaminiamo: Gli strumenti della chimica quantitativa

- Nuovo: Introduzione alle unità di misura dell'energia (nella quarta edizione questa parte era spiegata nel Capitolo 5).
- Introduzione al primo percorso strategico.
- Sei Domande di verifica nuove o rivisitate (su 67).

Capitolo 2 Atomi, molecole e ioni

- Nuovo *Studio di un caso*: Utilizzare gli isotopi: Ötzi, l'uomo venuto dal ghiaccio delle Alpi.
- Nuovo *Studio di un caso*: Le mummie, il Bangladesh e la formula del Composto 606.
- Quattordici Domande di verifica nuove (su 165).
- *Applicazione di principi chimici*: L'argon, una scoperta stupefacente.

Capitolo 3 Le reazioni chimiche

- Nuova figura (Figura 3.9) che spiega come prevedere le specie presenti in soluzione acquosa.
- *Approfondimento* aggiornato: Acido solforico.
- Venti Domande di verifica nuove (su 93).
- *Applicazione di principi chimici*: Superconduttori.

Capitolo 4 La stechiometria: informazioni quantitative sulle reazioni chimiche

- Introduzione al capitolo: La chimica dei fuochi d'artificio.

- Nuovo *Studio di un caso*: Chimica verde ed economia degli atomi.
- Tre Domande di verifica nuove (su 139).
- *Applicazione di principi chimici*: Antiacidi.

Capitolo 5 I principi della reattività: l'energia e le reazioni chimiche

- Introduzione al capitolo: Energia e dieta.
- Il paragrafo sui principi di base del calore (pp. 209-211 nella quarta edizione) è stato spostato all'Intercapitolo Riesaminiamo del Capitolo 1.
- Dieci Domande di verifica nuove (su 110).
- *Applicazione di principi chimici*: Polvere da sparo.

Capitolo 6 La struttura degli atomi

- Introduzione al capitolo: I fuochi d'artificio.
- Paragrafo riscritto sull'introduzione alla meccanica ondulatoria.
- Tre Domande di verifica nuove (su 84).
- *Applicazione di principi chimici*: La chimica del Sole.

Capitolo 7 La struttura degli atomi e gli andamenti periodici

- Introduzione al capitolo: Rubini e zaffiri - Pietre preziose.
- Discussione sulla carica effettiva nucleare riscritta con nuove figure.
- Nuovo *Approfondimento*: Energie degli orbitali, Z* e configurazioni elettroniche.



© Cengage Learning/Charles D. Winters

Un dispositivo usato per accendere un bruciatore a gas a base di elementi di transizione.

- Chiarimento sulla relazione tra entalpia di acquisizione elettronica ed affinità elettronica.
- *Applicazione di principi chimici*: Gli elementi delle terre rare non sono così rari.

Capitolo 8 Il legame e la struttura molecolare

- Nuovo *Approfondimento*: Una controversia scientifica: ci sono doppi legami negli ioni solfato e fosfato?
- Nuovo *Studio di un caso*: Radicali ossidrilici, chimica dell'atmosfera e tinture per capelli.
- Le mappe del potenziale elettrostatico sono state introdotte nella quarta edizione. In questa edizione abbiamo ampliato l'uso di queste figure grazie all'uso di specifici software.
- Nuovo *Studio di un caso*: Ibuprofene, uno studio di chimica verde.
- Undici Domande di verifica nuove o riviste (su 96).
- *Applicazione di principi chimici*: Linus Pauling e l'elettronegatività.

Capitolo 9 Legame e struttura molecolare: l'ibridazione degli orbitali e gli orbitali molecolari

- Aggiornamento sulla discussione della teoria degli orbitali molecolari.
- Nuovo *Studio di un caso*: Chimica verde, coloranti sicuri e orbitali molecolari.
- Nuovo *Approfondimento*: Legami a tre centri ed orbitali ibridi con orbitali *d*.
- Tredici Domande di verifica nuove o riviste (su 80).
- *Applicazione di principi chimici*: Studiare le molecole con la spettroscopia di fotoelettroni.



Fosforo bianco.

© Cengage Learning/Charles D. Winters

Capitolo 10 Il carbonio: un elemento fuori dal comune

- Introduzione al capitolo: Il cibo degli dei.
- Nuovo *Studio di un caso*: Un risveglio con L-DOPA.
- Nuovo *Approfondimento*: Copolimeri e la copertina del libro.
- Nuovo *Approfondimento*: Chimica verde: il riciclaggio del PET.
- Nuovo *Studio di un caso*: Adesivi ecologici.
- Sono stati eliminati gli inserti Grassi ed oli, Biodiesel, Coloranti e "Superpannolini", ma alcune informazioni sugli oli e i grassi sono state inserite nell'Intercapitolo sulla biochimica.
- Quindici Domande di verifica nuove o rivisitate (su 109).
- *Applicazione di principi chimici*: Il biodiesel: un carburante interessante per il futuro?

Capitolo 11 I gas e le loro proprietà

- Nuovo *Approfondimento*: Immersione in acque marine profonde
- Nuovo *Studio di un caso*: Cosa fare di tuttata quella CO₂? Ulteriori approfondimenti sulla chimica verde.
- Sei Domande di verifica nuove o riscritte (su 108).
- *Applicazione di principi chimici*: Il dirigibile goodyear.

Capitolo 12 Le forze intermolecolari e i liquidi

- Introduzione al capitolo: I gechi possono arrampicarsi sui muri.
- Nuovo *Studio di un caso*: Legami idrogeno e idrati di metano: opportunità e problemi. Si fa riferimento allo sversamento di petrolio nel Golfo del Messico avvenuto nel 2010.
- Nuovo *Studio di un caso*: Strage di animali da contaminazione degli alimenti.
- Nuovo *Approfondimento*: CO₂ supercritica e chimica verde.
- Sette Domande di verifica nuove o riscritte (su 67).
- *Applicazione di principi chimici*: La cromatografia.

Capitolo 13 La chimica dei solidi

- Introduzione al capitolo: Il litio e le "macchine ibride".
- Nuovo *Studio di un caso*: Acciaio ad elevata resistenza e celle elementari.
- Nuovo Paragrafo 13.3: Il legame nei metalli e nei semiconduttori. Questo argomento è stato spostato al Capitolo 13 dall'Intercapitolo sui materiali.
- Nuovo *Studio di un caso*: Grafene: il solido reticolare del momento.
- Diciotto Domande di verifica nuove o riscritte (su 62).
- *Applicazione di principi chimici*: La malattia dello stagno.

Capitolo 14 Le soluzioni e il loro comportamento

- Introduzione al capitolo: La sopravvivenza in mare.
- Nuovo *Studio di un caso*: Rilasci esplosivi di gas nei laghi e bibite gassate.



Campioni di cobalto metallico.

- Nuovo *Approfondimento*: Osmosi inversa per ottenere acqua pura.
- Quattro Domande di verifica nuove o riscritte (su 106).
- *Applicazione di principi chimici*: La distillazione.

Capitolo 15 Cinetica chimica: la velocità delle reazioni chimiche

- Quattro Domande di verifica nuove o riscritte (su 88).
- *Applicazione di principi chimici*: Cinetica e meccanismi: un mistero risolto dopo 70 anni.

Capitolo 16 Principi di reattività: gli equilibri chimici

- Nuovo *Approfondimento*: Attività e unità di misura di K .
- Otto Domande di verifica nuove o riscritte (su 72).
- *Applicazione di principi chimici*: Carbonio trivalente.

Capitolo 17 I principi della reattività chimica: la chimica degli acidi e delle basi

- Nuovo *Studio di un caso*: Ti piacerebbe un po' di succo di belladonna nella tua bevanda?
- Nuova organizzazione dei paragrafi Acidi e basi poliprotici (Paragrafo 17.9) e Struttura molecolare, legame e comportamento acido-base (Paragrafo 17.10).
- Alcune delle 121 Domande di verifica sono state riorganizzate.
- *Applicazione di principi chimici*: L'effetto livellante, solventi non acquosi e superacidi.

Capitolo 18 Principi di reattività chimica: altri aspetti degli equilibri in fase acquosa

- Introduzione al capitolo: Gli acidi nei prodotti naturali.
- Nuovo *Studio di un caso*: Equilibri chimici negli oceani.
- Molte Domande di verifica sono nuove o modificate (su 112).

- *Applicazione di principi chimici*: Tutto quello che lucifica...

Capitolo 19 Principi di reattività chimica: entropia ed energia libera

- Introduzione al capitolo: Idrogeno per il futuro?
- Questo capitolo è stato completamente rivisto al fine di evidenziare l'importante ruolo della termodinamica nella chimica. I paragrafi sull'energia libera sono stati riorganizzati.
- Tre Domande di verifica nuove o modificate (su 84).
- *Applicazione di principi chimici*: Un diamante è per sempre?

Capitolo 20 Principi di reattività: le reazioni a trasferimento di elettroni

- Introduzione al capitolo: Batterie e produzione di energia.
- Il Suggerimento per la risoluzione di problemi sul bilanciamento delle equazioni per le reazioni in soluzioni basiche è stato rivisto.
- Quattordici Domande di verifica nuove (su 103).
- *Applicazione di principi chimici*: Sacrificio!

Capitolo 21 La chimica degli elementi dei gruppi principali

- Sei Domande di verifica nuove (su 106).
- *Applicazione di principi chimici*: Il triangolo di van Arkel e il legame.

Capitolo 22 La chimica degli elementi di transizione

- *Applicazione di principi chimici*: I catalizzatori nella chimica verde.

Capitolo 23 La chimica nucleare

- L'*Approfondimento*: La ricerca di nuovi elementi è stato aggiornato con nuove scoperte.
- Le Domande di verifica sono state riorganizzate.
- *Applicazione di principi chimici*: L'età delle meteoriti.

Materiale di supporto

Per i docenti

I docenti che utilizzano il testo a scopo didattico possono scaricare dal sito www.edises.it, previa registrazione all'area docenti, le immagini del libro in formato PowerPoint.

GLI AUTORI

John C. Kotz, Distinguished Teaching Professor presso il College di Oneonta, dell'Università dello Stato di New York ha seguito i suoi studi alla Washington and Lee University ed alla Cornell University. Ha svolto i suoi incarichi post-dottorato del National Institute of Health all'Institute for Science and Technology, University of Manchester, in Inghilterra, e all'Indiana University. È coautore di tre libri di testo (*Inorganic Chemistry*, *Chemistry & Chemical Reactivity* e *The Chemical World*) e del CD *General Chemistry Now*. Ha pubblicato ricerche di chimica inorganica ed elettrochimica. Nel 1979 è stato Fulbright Lecturer e Research Scholar in Portogallo, dove nel 1992 è stato Visiting Professor. È stato Visiting Professor anche all'Institute for Chemical Education (University of Wisconsin, 1991-1992), all'Auckland University in Nuova Zelanda (1999) e al Potchefstroom University in Sud Africa nel 2006. È stato relatore su invito a conferenze di didattica della chimica in Sud Africa, Nuova Zelanda e Brasile. Per quattro anni è stato nominato mentore dell'U.S. Chemistry Olympiad Team. Ha ricevuto diversi riconoscimenti, tra cui lo State University of New York Chancellor's Award (1979), il National Catalyst Award for Excellence in Teaching (1992), l'Estee Lecturership all'University of South Dakota (1998), il Visiting Scientist Award dalla Western Connecticut Section dell'American Chemical Society (1999), il Distinguished Education Award dalla Binghamton (New York) Section dell'American Chemical Society (2001), il SUNY Award for Research and Scholarship (2005) e lo Squibb Lectureship in Chemistry all'University of North Carolina-Asheville (2007).

Paul M. Treichel Ha conseguito la laurea all'Università del Wisconsin nel 1958 ed il dottorato all'Università



Da sinistra a destra: Paul Treichel, John Townsend e John Kotz.

di Harvard nel 1962. Dopo un anno di studio post-dottorato a Londra è divenuto professore all'Università del Wisconsin - Madison, dove è stato direttore del dipartimento dal 1986 al 1995 e gli è stata conferita la Helfaer Professorship nel 1996. È stato Visiting Professor in Sud Africa nel 1975 ed in Giappone nel 1995. Nel 2007, dopo 44 anni, si è dimesso da membro di facoltà e attualmente è Professore Emerito di Chimica. Nella sua lunga carriera ha tenuto corsi di chimica generale, chimica inorganica, chimica organometallica ed etica scientifica. I risultati delle sue ricerche sulla chimica dei metalli, dei composti organometallici e sulla spettrometria di massa, alle quali hanno collaborato 75 tra laureandi e laureati, sono stati pubblicati in oltre 170 articoli su riviste scientifiche.

John R. Townsend Professore associato di chimica alla West Chester University della Pennsylvania, ha completato la laurea in chimica e il suo Approved Program for Teacher Certification in chimica all'Università di Delaware. Dopo aver insegnato nelle scuole superiori matematica e scienze, ha conseguito il master e il dottorato in biofisica chimica presso la Cornell University, dove ha ricevuto il DuPont Teaching Award per il suo lavoro come assistente.

Dopo aver insegnato alla Bloomsburg University, è diventato membro di facoltà alla West Chester University, dove coordina il programma di chimica per futuri insegnanti e il programma di lezioni di chimica sui principali aspetti scientifici. È stato supervisore all'università per più di 50 aspiranti professori di chimica di scuole superiori durante il loro semestre di insegnamento. Le sue ricerche riguardano il campo della chimica e della biochimica.

1 I concetti alla base della chimica



Tomišlav Fergo

Oro! Nel corso dei secoli, l'oro è stato apprezzato dall'uomo come ornamento e come valuta. È estratto dal suolo in tutto il mondo e si stima che gli oceani ne contengano più di 10 milioni di tonnellate. Per il suo possesso sono state e vengono tutt'ora combattute guerre e per estrarlo degli esseri umani sono stati ridotti in schiavitù.

L'oro è prezioso non solo perché è bello, ma perché non si altera a contatto con aria, acqua, alcali e acidi (ad eccezione dell'*acqua regia*, una miscela di acido cloridrico e acido nitrico). Queste proprietà hanno reso l'oro molto apprezzato in gioielleria che, infatti, consuma circa il 75% dell'oro sul mercato, ma una grossa parte, più di 60 tonnellate l'anno, viene utilizzata anche in odontoiatria. Naturalmente, l'oro è usato anche in architettura. Per esempio, la cupola della Cattedrale di Sant'Isacco a San Pietroburgo, in Russia, è coperta da circa 100 kg di oro in fogli sottilissimi.

Alcuni anni fa un giovane chimico a Vienna, in Austria, voleva vedere quanto fosse resistente la sua fede nuziale. L'anello era in oro 18 carati, il che significa che era costituito da oro per il 75% e da altri metalli per il 25%, probabilmente rame e ar-

gento. Una settimana dopo le nozze si tolse l'anello, lo pulì accuratamente e lo pesò. Aveva una massa di 5.58387 g. Da allora, lo pesò dopo ogni settimana e dopo 1 anno verificò che aveva perduto 6.15 mg per la normale usura. Notò che alcune attività, come il giardinaggio o una vacanza su una spiaggia sabbiosa, contribuivano maggiormente ad assottigliare l'anello d'oro. Anche battere le mani a un concerto rock portava alla perdita di 0.17 mg, una perdita maggiore di quella media settimanale di 0.12 mg.

Il giovane chimico calcolò che se tutte le coppie sposate nella sua città avessero perso la stessa quantità di oro dalle loro fedi nuziali, la perdita ammonterebbe a circa 2.2 kg all'anno. Al prezzo dell'oro nel 2010 (36 dollari al grammo), a Vienna

ogni anno "scompaiono" circa 81000 \$ in oro.

Domande:

1. Supponiamo che ci siano 56 milioni di coppie sposate negli Stati Uniti e che ogni persona abbia un anello d'oro 18 carati. Quanti grammi di oro si perderebbero da tutte le fedi nuziali negli Stati Uniti in 1 anno? Prendendo come riferimento il prezzo di listino del 2010, quale sarebbe il valore dell'oro perduto?
2. L'oro 18 carati è al 25% rame e argento. Quali sono i simboli di questi elementi?
3. L'oro fonde a 1064 °C. A che temperatura in kelvin corrisponde?
4. La densità dell'oro è 19.3 g/cm³.
 - (a) Utilizzare una delle tavole periodiche su Internet (ad esempio www.ptable.com) per scoprire se l'oro è il più denso di tutti gli elementi conosciuti.
 - (b) Se un anello nuziale è in oro 18 carati e ha una massa di 5.58 g, quale volume d'oro è contenuto nell'anello?

Le risposte a queste domande sono disponibili nell'Appendice N.

ORGANIZZAZIONE DEL CAPITOLO

- 1.1 La chimica e i suoi metodi
- 1.2 Sviluppo sostenibile e chimica verde
- 1.3 Classificazione della materia
- 1.4 Gli elementi
- 1.5 I composti
- 1.6 Le proprietà fisiche
- 1.7 Le trasformazioni fisiche e chimiche
- 1.8 L'energia: alcuni principi di base

OBIETTIVI DEL CAPITOLO

Vedere il riepilogo degli obiettivi del capitolo (p. 19) per un elenco delle Domande di verifica finalizzato a verificare il raggiungimento di questi obiettivi.

- Comprendere le differenze tra ipotesi, leggi e teorie.
- Essere consapevoli dei principi della "chimica verde".
- Applicare la teoria cinetico-molecolare alle proprietà della materia.
- Classificare la materia.
- Riconoscere gli elementi, gli atomi, i composti e le molecole.
- Identificare le proprietà fisiche, chimiche e le trasformazioni.
- Descrivere le varie forme di energia.

Nel 1991, un alpinista sul confine italo-svizzero fece una macabra scoperta: un cadavere riverso nella neve. Anche se in un primo momento si pensò ad una persona morta da poco, diversi studi scientifici nell'arco di più di un decennio permisero di giungere alla conclusione che l'uomo era vissuto 53 secoli fa e al momento della morte aveva circa 46 anni. Divenne noto come Ötzi, l'uomo venuto dal ghiaccio.

La scoperta del corpo di Ötzi, il più antico corpo umano mummificato per cause naturali, ha dato inizio ad innumerevoli studi scientifici, che hanno riunito chimici, biologi, antropologi, paleontologi e altri studiosi provenienti da tutto il mondo. Seguire questi studi ci mostra in maniera straordinaria come opera la scienza. Tra le molte scoperte fatte sull'uomo venuto dal ghiaccio, si descrivono le seguenti.

- Alcuni ricercatori hanno cercato residui di cibo nell'intestino di Ötzi. Oltre ad alcune particelle di grano, essi hanno individuato piccole lamelle di mica, probabilmente provenienti dalle pietre utilizzate per macinare il grano mangiato dall'uomo. Analizzando queste lamelle (con l'impiego di isotopi di argo, pagina 58) hanno trovato che la loro composizione corrispondeva a quella di una mica proveniente da una piccola zona a sud delle Alpi, stabilendo così dove l'uomo aveva vissuto nei suoi ultimi anni.



Jean-Louis Pradels



Hardout/Corbis

(a) L'uomo venuto dal ghiaccio prima che il corpo fosse rimosso dal ghiaccio in cui era rimasto congelato per almeno 53 secoli.

(b) Il corpo dell'uomo del ghiaccio si trova ora nel Museo Archeologico dell'Alto Adige a Bolzano.

Ötzi, l'uomo venuto dal ghiaccio. Il nome "Ötzi" deriva dalla zona alpina del ritrovamento (Oetzaler Alpen) sul confine italo-austriaco.

- Nei capelli dell’“uomo venuto dal ghiaccio” sono stati riscontrati livelli elevati di rame e arsenico. Questo, insieme alla scoperta che la sua ascia era di rame quasi puro, ha portato i ricercatori a concludere che Ötzi era coinvolto nei processi di lavorazione del rame.
- Negli scavi successivi è stata rinvenuta un’unghia delle dita. Sorprendentemente, gli scienziati, studiando il suo aspetto, hanno potuto concludere che Ötzi era stato male tre volte nei 6 mesi precedenti la morte e la sua ultima malattia durava da 2 settimane.
- Degli scienziati australiani hanno prelevato dei campioni di residui di sangue dalla punta del pugnale, dalle frecce e dalle vesti. Usando le tecniche sviluppate per lo studio del DNA fossile, hanno rilevato che il sangue apparteneva a quattro individui diversi. In particolare, il sangue presente sulla punta di una freccia apparteneva a due individui diversi, questa circostanza suggeriva che l’uomo avesse ucciso due persone diverse. Forse aveva ucciso una persona e recuperato la freccia per ucciderne un’altra.

I tanti diversi metodi usati per portare alla luce la vita e l’ambiente dell’Uomo venuto dal ghiaccio sono correntemente utilizzati dagli scienziati di tutto il mondo, tra cui gli scienziati forensi, per lo studio di incidenti e crimini. In definitiva, mentre si studia la chimica e i suoi principi, bisogna tenere presente che molte aree della scienza dipendono dalla chimica. Lo studio delle discipline scientifiche, molto spesso, fornisce la possibilità di intraprendere diverse carriere. Come esempio di carriera scientifica, si può leggere a pagina 4, l’esperienza in chimica forense di un ex allievo di uno degli autori.

1.1 La chimica e i suoi metodi

La chimica si occupa delle trasformazioni della materia. Un tempo si occupava delle trasformazioni di una sostanza naturale in un’altra: il legno e l’olio che bruciano, il mosto che diventa vino, il cinabro (Figura 1.1), un minerale rosso, che diventa lucente “argento vivo” (mercurio) per riscaldamento. Lo sforzo era soprattutto rivolto a trovare un modo per svolgere la trasformazione desiderata, senza capire troppo la struttura della materia o le ragioni per le quali avvenissero certi cambiamenti. La chimica si occupa ancora delle trasformazioni, ma i chimici si sono concentrati soprattutto sullo studio della trasformazione di una singola sostanza pura, sia questa naturale o sintetica, in un’altra e sulla comprensione di tale trasformazione (Figura 1.2). Come vedrete, nella chimica moderna, è rappresentato un mondo impressionante di atomi e molecole submicroscopiche che interagiscono l’una con l’altra. Si è sviluppato anche un modo per prevedere se una reazione può avvenire o no.

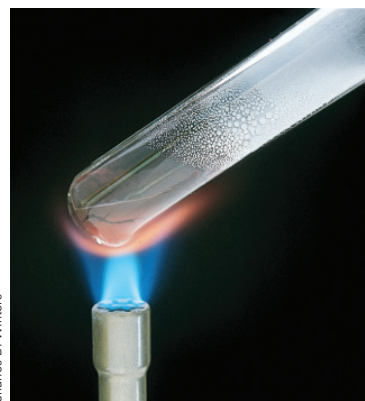
Benché la chimica sia molto affascinante, almeno per i chimici, perché la si dovrebbe studiare? Ognuno ha, probabilmente, una risposta diversa, ma molti stu-

FIGURA 1.1 Cinabro e mercurio.



Charles D. Winters

(a) I cristalli rossi di cinabro sono formati da solfuro di mercurio(II).



Charles D. Winters

(b) Quando il cinabro è riscaldato all’aria diventa ossido di mercurio(II), arancione, che, per ulteriore riscaldamento, si decompone negli elementi ossigeno gassoso e mercurio metallico (le gocce che si osservano all’interno della provetta sono di mercurio).

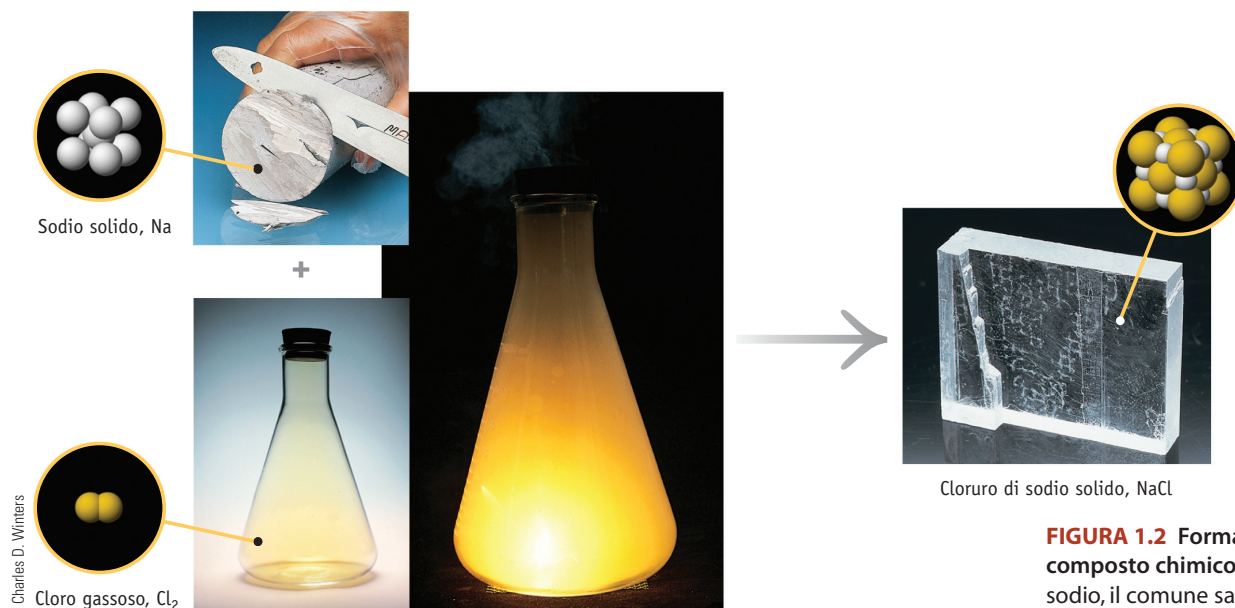


FIGURA 1.2 Formazione di un composto chimico. Il cloruro di sodio, il comune sale da cucina, può essere ottenuto facendo reagire sodio metallico (Na) e cloro (Cl₂), un gas giallognolo. Il prodotto è un solido cristallino, il comune sale (le piccole sfere mostrano come sono disposti gli atomi nelle sostanze. Nel caso dei cristalli di sale, le sfere rappresentano gli ioni, specie elettricamente cariche, di sodio e cloro).

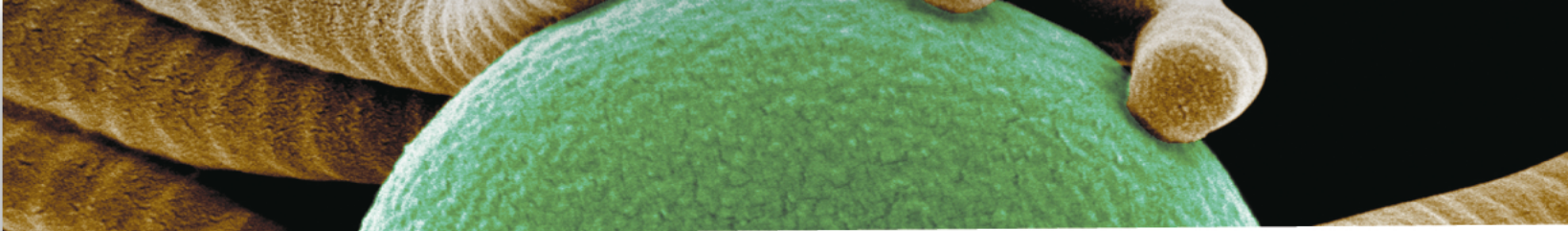
denti affrontano un corso di chimica perché qualcun altro ha deciso che è una parte importante nella preparazione per una certa professione. La chimica è particolarmente utile, perché è alla base della comprensione di molte discipline, come la biologia, la geologia, le scienze dei materiali, la medicina, la fisica e diversi settori dell'ingegneria. La chimica, inoltre, gioca un ruolo fondamentale nell'economia dei Paesi sviluppati; la chimica e i prodotti chimici influenzano la nostra vita quotidiana in moltissimi modi diversi. Un corso di chimica può aiutare a comprendere come gli scienziati affrontano e cercano di risolvere i problemi scientifici. Le conoscenze e le capacità acquisite in un corso di questo tipo vi aiuteranno in molti modi e vi consentiranno di diventare cittadini meglio informati in un mondo che sta diventando tecnologicamente più complesso... e più interessante.

Ipotesi, leggi e teorie

Come scienziati, studiamo i problemi che ci siamo posti o che ci hanno posto, nella speranza di trovare una risposta o comunque di ricavare delle informazioni utili. Quando fu scoperto l'uomo venuto dal ghiaccio, gli scienziati si posero molte domande a cui dovevano dare una risposta, come ad esempio da dove veniva. Sapevano che proveniva probabilmente da una zona sul confine italo-austriaco. Come si vedrà più avanti (pagina 58), il tipo di ossigeno presente nell'acqua è leggermente diverso da luogo a luogo, così analizzare l'ossigeno nel corpo di Ötzi poteva aiutare ad individuare la sua origine. In questo caso, gli scienziati hanno formulato un'**ipotesi**, un tentativo di spiegazione o di previsione, sulla base di osservazioni sperimentali.

Dopo aver formulato una o più ipotesi, gli scienziati conducono degli esperimenti così da ottenere dei risultati che confermino o smentiscano tali ipotesi. In chimica, questo richiede in genere la raccolta di informazioni sia qualitative che quantitative. Le informazioni **quantitative** sono i dati numerici, come la temperatura alla quale una sostanza fonde o la sua massa (Figura 1.3). Le informazioni **qualitative**, invece, sono osservazioni non numeriche, come il colore di una sostanza o la sua morfologia.

Nel caso dell'uomo venuto dal ghiaccio, gli scienziati hanno raccolto un gran numero di informazioni qualitative e quantitative sul suo corpo, i suoi vestiti e le sue armi. Fra queste vi sono i dati provenienti da studi recenti sul suo smalto dei denti e sulle ossa. La presenza di isotopi diversi dell'ossigeno in queste parti del corpo ha dimostrato che l'uomo venuto dal ghiaccio deve aver bevuto acqua proveniente da un villaggio nell'Alto Adige (pagina 58). Il mistero del suo luogo di origine è stato risolto.



KOTZ • TREICHEL • TOWNSEND

Chimica

L'immagine in copertina, dal titolo "Salviamo il nostro pianeta, passiamo al verde" è tratta dalla ricerca della professoressa Joanna Aizenberg, di Boaz Pokroy e di Sung Hoon Kang. La prof.ssa Aizenberg lavora sia presso il Dipartimento di Chimica e Chimica biologica che presso il Dipartimento di Scienze dei Materiali all'Università di Harvard. Questa fotografia, ottenuta al microscopio elettronico, mostra le fibre, simili a capelli, della resina epossidica disposte intorno ad una sfera di polistirene di 2 μm . Con questa immagine il gruppo ha vinto nel 2009 il primo premio dell'International Science and Engineering Visualization Challenge sponsorizzato dalla rivista *Science*.

Per realizzare tale studio questi scienziati hanno creato una disposizione regolare di fibre epossidiche, ancorata mediante un'estremità ad una base orizzontale. In acqua o in altri solventi questi filari di resina si innalzano dritti senza interagire tra loro. Non appena il solvente evapora, tuttavia, le fibre si riorganizzano, avvolgendosi a formare un'elica; ciò è dovuto alle forze attrattive intermolecolari che si instaurano durante il processo, detto azione capillare. Quando le sfere di polistirene sono sospese in un liquido, le fibre si arrotolano intorno alle sfere. Aizenberg ha affermato che con il suo gruppo sta tentando di rendere il processo reversibile, che potrebbe consentire un possibile uso nel rilascio di farmaci o per i materiali auto-pulenti. Per esempio si prevede di creare polimeri capaci di afferrare particelle di polvere o batteri fluttuanti per poi rilasciarli in altra sede così da allontanare i contaminanti.

Aizenberg ha detto: "l'immagine ricorda i nostri sforzi collaborativi per sostenere il pianeta e garantirne la sopravvivenza". Ai giudici è piaciuta l'immagine ma anche il messaggio che la accompagna. Anche a noi autori è piaciuta questa immagine perché ritrae un'area di ricerca dinamica e l'importanza della chimica nell'area più ampia della scienza.

Riguardo alla sua ricerca in generale, Aizenberg afferma: "stiamo tentando di identificare dei sistemi biologici aventi delle strutture insolite, ottimizzate naturalmente al fine di creare materiali e sistemi altamente potenti, efficienti ed estremamente sofisticati". Il gruppo utilizza la struttura di base biologica "per produrre una nuova generazione di materiali auto-assemblanti e adattabili basati sulle architetture biologiche".

Maggiori informazioni sulle ricerche svolte dalla prof.ssa Aizenberg sulle spugne marine sono riportate nel Paragrafo 1 dell'Intercapitolo Riesaminiamo. Si veda il Capitolo 10 per ulteriori approfondimenti sui polimeri utilizzati e il Capitolo 12 per una discussione sulle forze intermolecolari. L'immagine è apparsa per la prima volta su *Science*, 19 February 2010 (Vol. 327, no. 5968, pp. 954 – 955). Il sito web di ricerca della Prof.ssa Aizenberg è www.seas.harvard.edu/aizenberg_lab/.



www.edises.it

€ 53,00

ISBN 978-88-7959-777-7



9 788879 597777