

Prefazione



Allo studente

Esistono molte definizioni di chimica ambientale. Per alcuni questa comprende soltanto la chimica dei processi naturali della Terra che si verificano nell'aria, nell'acqua e nel terreno. Più comunemente, come in questo libro, la chimica ambientale riguarda in particolar modo gli aspetti chimici di problemi creati dall'uomo nell'ambiente naturale. In parte, questa alterazione della chimica naturale del nostro pianeta è il risultato delle attività della nostra vita quotidiana; inoltre, hanno avuto un impatto significativo sulla chimica dell'ambiente anche i chimici, con i prodotti da loro creati e i processi attraverso cui tali prodotti vengono realizzati.

La chimica ha svolto un ruolo importante nello sviluppo della società e nel rendere la nostra vita più lunga, sana, confortevole e piacevole. Gli effetti dei prodotti chimici creati dall'uomo sono visibili ovunque e in molti casi estremamente positivi. Senza la chimica non esisterebbero farmaci, computer, automobili, televisione, DVD, illuminazione, fibre sintetiche. Tuttavia, sono state anche generate e disperse nell'ambiente grandi quantità di sostanze tossiche e corrosive. Storicamente, i chimici non hanno sempre considerato con sufficiente attenzione le conseguenze delle loro attività sull'ambiente.

Non è soltanto l'industria chimica né l'industria nel suo insieme ad aver emesso sostanze pericolose nell'aria, nell'acqua e nel terreno. L'incredibile aumento della popolazione mondiale e le condizioni di benessere prodottesi a partire dalla Rivoluzione industriale hanno sovraccaricato la nostra atmosfera di biossido di carbonio (CO_2) e di altri inquinanti tossici, le nostre acque di liquami e i nostri terreni di immondizia. Stiamo superando le capacità naturali del nostro pianeta di ricevere rifiuti e in molti casi non conosciamo le conseguenze di queste azioni. Come afferma un personaggio nel romanzo di Margaret Atwood *Oryx and Crake* [Trad. it. *L'ultimo degli uomini*, Ponte alle Grazie, Milano, 2003], «...l'intero mondo oggi è un enorme e incontrollato esperimento...».

Durante il vostro viaggio attraverso i capitoli di questo libro vedrete che gli scienziati possono controllare in una certa misura molti problemi di chimica ambientale e hanno suggerito modi – talvolta molto costosi – per evitare di lasciare in eredità alle future generazioni gli sconvolgimenti prodotti da esperimenti incontrollati sul nostro pianeta. I chimici hanno anche iniziato a essere più consapevoli delle responsabilità in termini di inquinamento dovute alle loro attività di ricerca e all'industria e hanno



sviluppato il concetto di *chimica verde* per cercare di ridurre al minimo l'impronta da essi lasciata sull'ambiente per il futuro.

Per illustrare questi sforzi, nel testo sono state riportate descrizioni delle loro iniziative in questo senso. Come preludio a questi studi, nell'*Introduzione* si trovano anche cenni sulla storia delle regolamentazioni ambientali – specialmente negli Stati Uniti – e i principi, così come alcune loro applicazioni, che il movimento per la chimica verde ha sviluppato. (In Appendice si trova anche un capitolo sulle regolamentazioni in Italia.) Man mano che crescono le preoccupazioni concernenti problemi come il cibo, l'acqua, l'energia, il cambiamento climatico e la produzione di rifiuti, il concetto di sostenibilità si sta rapidamente spostando al centro dell'attenzione mondiale. Tale concetto viene definito nell'*Introduzione* che segue e la trattazione dei problemi a esso relativi si ripropone costantemente lungo tutto il testo.

Sebbene la scienza che studia i problemi ambientali sia spesso estremamente complessa, i suoi aspetti centrali di solito possono essere compresi e apprezzati avendo come preparazione di base la conoscenza dei principi elementari della chimica. Nondimeno, si consiglia agli studenti che non possiedono i fondamenti della chimica organica di consultare la sezione Fondamenti di Chimica Organica dell'Appendice online, in particolar modo prima di studiare i Capitoli 13 e 15. Inoltre l'elenco dei principali concetti di chimica generale che saranno impiegati in ciascun capitolo dovrebbe aiutare a identificare gli argomenti trattati in precedenza che sarebbe utile ripassare.

Ai docenti

Questa nuova edizione di *Chimica ambientale* è stata rivista e aggiornata seguendo i commenti e i suggerimenti di molti lettori e revisori della precedente edizione. Poiché alcuni docenti preferiscono utilizzare i capitoli in un ordine diverso da quello da noi proposto, ogni specchietto d'apertura dei capitoli elenca i concetti precedentemente introdotti che saranno nuovamente utilizzati, in modo da facilitare una eventuale riorganizzazione. Inoltre abbiamo diviso il materiale in paragrafi più piccoli, numerandoli. Il capitolo *Chimica dei radicali liberi dell'atmosfera* è stato collocato alla fine del libro dato che per molti docenti non è argomento di insegnamento, sebbene in un corso di studio esso possa seguire facilmente il Capitolo 3. Inoltre, a seguito di discussioni con i nostri recensori, nel Capitolo 13 abbiamo eliminato una parte delle informazioni descrittive concernenti pesticidi che oggi non vengono più usati.

Abbiamo incrementato la trattazione degli argomenti relativi al cambiamento climatico, specialmente per quanto riguarda la generazione di energia rinnovabile e sostenibile che ora è trattata in due capitoli, il primo sui biocombustibili e altri combustibili alternativi e il secondo sull'energia solare. Di conseguenza questa edizione potrebbe essere usata come testo di studio per altri tipi di corsi oltre a quello di Chimica ambientale. Per esempio, un corso di un semestre concernente *Energia e ambiente* potrebbe usare il testo dal Capitolo 3 al 9. I docenti che non sono interessati a trattare le implicazioni di strategia politica dei temi legati al cambiamento climatico e all'energia potrebbero saltare le prime e le ultime parti del Capitolo 6.

Come nelle precedenti edizioni, le competenze necessarie per risolvere i problemi presentati nel testo o alla fine dei capitoli vengono sviluppate attraverso la trattazione ma dovrebbero essere state già acquisite in un corso generale di chimica (come elencato all'inizio di ciascun capitolo). Dove si è ritenuto opportuno, sono stati inseriti suggerimenti per indirizzare gli studenti verso la soluzione.

Novità in questa edizione

Il principio che abbiamo seguito nel redigere questa nuova edizione è stato quello di rendere questo testo più facile da usare (sia per i docenti che per gli studenti), e quello di aggiornarlo. Inoltre abbiamo ampliato la trattazione riguardante la produzione di energia (specialmente per i biocombustibili), la generazione e l'eliminazione di CO₂ e le strategie innovative per combattere il cambiamento climatico.

• Nuove caratteristiche

- **Testi in verde** – per enfatizzare le affermazioni, definizioni e conclusioni più importanti.
- **Maggior uso di elenchi e tabelle** – per rendere più semplice l'esposizione sotto forma di liste o sequenze.
- **Numerazione per paragrafi** – per permettere ai docenti di assegnare il materiale di studio o per individuare quello da saltare, e per permettere agli studenti di trovare certi argomenti più facilmente.
- **Divisione del testo in sezioni più piccole e in paragrafi più brevi** – per agevolare la comprensione degli studenti e la flessibilità dell'insegnamento.
- **Più diagrammi e disegni schematici** – per agevolare la comprensione da parte degli studenti delle questioni di chimica più complesse e per venire incontro a diversi stili di apprendimento.
- **In molti capitoli è stata inserita una Attività**– questi miniprogetti che prevedono anche l'uso di internet o della biblioteca possono essere assegnati a singoli studenti o a un gruppo.
- **Note a margine** – per offrire un supporto al testo principale con ulteriori informazioni e per indicare quali *Domande di ripasso* si riferiscono al materiale che si sta trattando.
- **Più suggerimenti e informazioni di base** – a integrazione di alcuni fra i *Problemi* e *Problemi aggiuntivi* più difficili.
- **L'ordine delle Parti III e IV è stato invertito** – in questo modo la chimica dell'acqua compare prima, il che è preferito da molti docenti.
- **Le nozioni di matematica sono state ricollocate** – in molti casi verso la fine del capitolo, di modo che gli insegnanti possano utilizzarle con una maggiore flessibilità.
- **Maggiore rilievo degli aspetti internazionali dei problemi** – per dare a tutti gli studenti una prospettiva migliore sui problemi ambientali e sulle loro soluzioni in tutto il mondo. Per esempio vi è un maggiore approfondimento dell'inquinamento dell'aria, gassoso e da particolati, delle emissioni di CO₂ e degli standard di qualità dell'aria nei paesi sviluppati così come in quelli in via di sviluppo.
- **È stata aggiunta un'appendice** – per il ripasso del bilanciamento delle equazioni redox e dell'assegnazione dei numeri (stati) di ossidazione.

• Nuovi casi di chimica verde

- Un agente coalescente non volatile e reattivo per la riduzione dei COV nelle vernici a base di lattice.
- Lo sviluppo di toner biologici.
- Il riciclaggio del biossido di carbonio: una materia prima per la produzione di sostanze chimiche e combustibili liquidi.
- Combustibili liquidi e sostanze chimiche su base biologica.

- Lo spinetoram, un miglioramento di un pesticida verde.

• Nuovo materiale su cambiamento climatico e CO₂

Sono state aggiunte ampie sezioni sui seguenti argomenti:

- Geoingegneria del clima (su base chimica e fisica).
- Parametri di intensità dell'energia e CO₂ e previsione delle tendenze globali.
- Cattura e immagazzinamento del carbonio (CCS) – Il sequestro del CO₂.
- La produzione di gas di scisto e le sabbie bituminose dell'Alberta.
- Il disastro della piattaforma *Deepwater Horizon*.
- Produzione di biodiesel a partire da alghe e da altre fonti.
- Immagazzinamento di energia rinnovabile (solare, eolica) con mezzi chimici.
- Celle solari sensibili al colore.
- L'incidente nucleare di Fukushima e l'immagazzinamento del combustibile nucleare esaurito.

Aggiunte significative sono state anche apportate su molti altri temi, fra cui:

- Una nuova trattazione dedicata al calcolo delle velocità di reazione.
- Il fumo dai forni a legna e nuove tecnologie per i paesi in via di sviluppo.
- La rimozione del CO₂ dall'aria che respiriamo.
- Le plastiche biodegradabili.
- La teoria alternativa all'LRTAP.
- Lo smaltimento e il riciclaggio delle vecchie apparecchiature elettroniche.

Sono stati infine anche inclusi aggiornamenti in tutto il libro, specialmente per quanto riguarda:

- I tassi di melanoma e la protezione UV-A nelle creme solari.
- La diminuzione dei buchi nell'ozono polari e della concentrazione di ODS.
- Gli standard concernenti lo smog, i tassi di emissione di SO₂ e la qualità dell'aria in vari paesi del mondo.
- I convertitori catalitici per i veicoli a motore diesel.
- L'inquinamento da particolati e la nube atmosferica marrone.
- L'innalzamento del livello del mare e lo scioglimento dei ghiacciai.
- La disinfezione dell'acqua nei luoghi di utilizzazione.
- La scheda sulla dissalazione è stata ampliata includendo recenti scoperte e notizie.
- È stata ampliata e migliorata la trattazione dei sottoprodotti della clorinazione, compresi quelli utilizzati nelle piscine.
- Le informazioni sull'arsenico nell'acqua potabile sono state aggiornate e ne è stato allargato l'orizzonte geografico.
- L'origine del piombo nell'acqua potabile proveniente dalle tubature di transito.
- Nuove informazioni concernenti l'effetto del piombo sulla salute dei bambini.
- Nuovi ritardanti per il fuoco.

Il sito web

All'indirizzo online.universita.zanichelli.it/baird3e sono disponibili alcune risorse supplementari: la *tavola periodica interattiva*, il portale *aula di scienze*, un'appendice sulla *chimica organica* (in lingua inglese), *casi di studio* (in lingua inglese).

Ringraziamenti

Gli autori desiderano esprimere la loro gratitudine e il loro apprezzamento alle persone che in vari modi hanno contribuito alla realizzazione di questa nuova edizione.

In primo luogo agli studenti e ai docenti che hanno utilizzato le precedenti edizioni e che, con le loro recensioni ed e-mail, hanno indicato paragrafi e problemi che necessitavano di una trattazione più chiara o più estesa.

I nostri ringraziamenti vanno a Jessica Fiorillo, Executive Editor della W. H. Freeman per la terza, quarta e quinta edizione, al Senior Project Editor, Vivien Weiss e a Brittany Murphy, Development Editor, per i loro incoraggiamenti, idee, intelligenti suggerimenti, pazienza e capacità organizzative. A Margaret Comaskey per il suo attento copyediting e di nuovo per i suggerimenti relativi a questa edizione; a Cecilia Varas per la ricerca iconografica e per avere ottenuto i permessi per le figure e le fotografie; a Diana Blume per il progetto grafico e a Susan Wein per il coordinamento della produzione.

Colin Baird desidera ringraziare...

I suoi colleghi all'Università dell'Ontario occidentale e di altre università che hanno fornito validi suggerimenti, informazioni e risposte a domande su varie questioni: Myra Gordon, Ron Martin, Martin Stillman, Garth Kidd, Duncan Hunter, Roland Haines, Edgar Warnhoff, Marguerite Kane, Currie Palmer, Rob Lipson, Dave Shoemsmith, Felix Lee, Peter Guthrie, Geoff Rayner-Canham e Chris Willis.

Sua figlia, Jenny, e le sue nipotine, Olivia e Sophie, per le quali, insieme agli altri membri della loro generazione, l'argomento di questo libro è così importante.

Mike Cann desidera ringraziare...

I suoi studenti (specialmente Marc Connelly e Tom Umile) e i suoi colleghi all'Università di Scranton, che hanno fornito validi suggerimenti e contributi alla comprensione della chimica verde e della chimica ambientale.

Joe Breen, che è stato uno dei pionieri della chimica verde e uno dei fondatori del Green Chemistry Institute.

Paul Anastas e Tracy Williamson (entrambe dell'Environmental Protection Agency statunitense), la cui energia inesauribile e il cui entusiasmo per la chimica verde sono contagiosi.

La sua amata moglie, Cynthia, che ha sopportato con grazia e entusiasmo innumerevoli discussioni di chimica verde e ambientale.

I suoi figli, Holly e Geoffrey, e i suoi nipotini, McKenna, Alexia, Alan Joshua, Samantha e Arik, che, insieme alle future generazioni, raccoglieranno i frutti di una chimica sostenibile.

Entrambi gli autori desiderano esprimere un ringraziamento ai recensori della precedente edizione del testo, così come ai recensori delle versioni preliminari della nuova edizione, per i loro utili commenti e suggerimenti:

Samuel Melaku Abegaz, *Columbus State University*

John J. Bang, *North Carolina Central University*

James Boulter, *University of Wisconsin–Eau Claire*

George P. Cobb, *Texas Tech University*

David B. Ford, *University of Tampa*

Chaoyang Jiang, *University of South Dakota*

Joseph P. Kakareka, *Florida Gulf Coast University*

Michael E. Ketterer, *Northern Arizona University*

Cielito DeRamos King, *Bridgewater State University*
Rachael A. Kipp, *Suffolk University*
Min Li, *California University of Pennsylvania*
Kerry MacFarland, *Averett University*
Matthew G. Marmorino, *Indiana University–South Bend*
Robert Milofsky, *Fort Lewis College*
Jim Phillips, *University of Wisconsin–Eau Claire*
Ramin Radfar, *Wofford College*
A. Lynn Roberts, *Johns Hopkins University*
Kathryn Rowberg, *Purdue University–Hammond*
John Shapley, *University of Illinois*
Joshua Wang, *Delaware State University*
Darcey Wayment, *Nicholls State University*
Chunlong (“Carl”) Zhang, *University of Houston–Clear Lake*