

Alfio Quarteroni

LE EQUAZIONI DEL CUORE, DELLA PIOGGIA E DELLE VELE

Modelli matematici
per simulare la realtà

a cura
di Luigi Civalleri

ZANICHELLI

Copyright © 2020 Zanichelli editore S.p.A., Bologna [82055]
www.zanichelli.it

I diritti di elaborazione in qualsiasi forma o opera, di memorizzazione anche digitale su supporti di qualsiasi tipo (inclusi magnetici e ottici), di riproduzione e di adattamento totale o parziale con qualsiasi mezzo (compresi i microfilm e le copie fotostatiche), i diritti di noleggio, di prestito e di traduzione sono riservati per tutti i paesi. L'acquisto della presente copia dell'opera non implica il trasferimento dei suddetti diritti né li esaurisce.

Realizzazione editoriale:

- Collana ideata da: Federico Tibone e Lisa Vozza
- Coordinamento editoriale: Giulia Laffi, Lucia Sanna Bissani
- Redazione: Fabio Bettani
- Collaborazione redazionale: Veronica Vannini
- Rilettura: Marinella Lombardi
- Progetto grafico: Falcinelli & Co.
- Impaginazione: Francesca Ponti
- Disegni e grafici: Luca Pacchiani

Copertina:

- Progetto grafico: Falcinelli & Co.
- Artwork: Falcinelli & Co.
- Impaginazione: Francesca Ponti
- Immagine di copertina: lior2/iStockphoto

Prima edizione: ottobre 2020

Ristampa:

5 4 3 2 I 2020 2021 2022 2023 2024

Grazie a chi ci segnala gli errori

Segnalate gli errori e le proposte di correzione su www.zanichelli.it/correzioni.

Controlleremo e inseriremo le eventuali correzioni nelle ristampe del libro.

Nello stesso sito troverete anche l'*errata corrige*, con l'elenco degli errori e delle correzioni.

Stampa: Grafica Ragno

Via Lombardia 25, 40064 Tolara di Sotto - Ozzano Emilia (Bologna)

per conto di Zanichelli editore S.p.A.

Via Irnerio 34, 40126 Bologna

*A Lara e Luca
i miei piccoli modelli*

INDICE

Prefazione	7
1. Il modello, ovvero la scatola magica	II
Un modello matematico funziona come una scatola. Il ricercatore inserisce dati, osservazioni e misure; la scatola restituisce le soluzioni del modello, cioè i valori previsti per le grandezze fisiche che descrivono il fenomeno.	
2. Modelli per prevedere il tempo	23
Prevedere che tempo farà domani è un problema matematico. Le principali grandezze in gioco sono la densità dell'aria, la sua temperatura, la pressione, la velocità. I modelli meteorologici di oggi sono sempre più affidabili, grazie ai progressi della fisica dell'atmosfera e alla crescente potenza di calcolo dei supercomputer.	
3. Epidemie: la matematica del contagio	43
Studiare la dinamica di diffusione di un patogeno nella popolazione richiede modelli matematici accurati. Il modello epidemiologico classico suddivide la popolazione in suscettibili, infetti e rimossi: fissate le condizioni di partenza, la numerosità di ciascun insieme varia nel tempo secondo semplici equazioni differenziali.	
4. Un cuore matematico	61
Modellizzare la circolazione del sangue è un problema di fluidodinamica, reso complesso dall'elasticità delle pareti arteriose e dalla formazione di turbolenze nei punti in cui le arterie si biforcano. Ma la sfida più ardua è tradurre in equazioni il funzionamento del cuore: un modello integrato è attualmente allo studio al Politecnico di Milano.	

5. **La matematica nel vento** 83

Ottimizzare la forma delle vele, minimizzare la resistenza all'onda e perfezionare l'aerodinamica dello scafo può assicurare un vantaggio decisivo al traguardo: i trionfi di Alinghi in Coppa America sono anche una vittoria della matematica.

6. **In volo con il Sole** 105

Tecnologia ed ecosostenibilità: è la sfida di *Solar Impulse*, un velivolo sperimentale a energia solare pensato per compiere il giro del mondo. Tecniche matematiche di ottimizzazione multi-obiettivo hanno consentito di armonizzare esigenze progettuali provenienti da ambiti diversi, come le scienze dei materiali, la propulsione e l'aerodinamica.

7. **Il gusto della matematica** 127

La matematica è necessaria per modellizzare la consistenza del cioccolato al variare della temperatura, per simulare nuove catene di produzione e per ottimizzare il packaging, lo stoccaggio e il trasporto dei prodotti alimentari.

Fino a ottimizzare la composizione nutrizionale degli alimenti per massimizzare la percezione del sapore.

8. **Che cosa non ci siamo detti** 141

Non solo modelli, ma anche intelligenza artificiale, *machine learning*, *big data*. Grazie ai progressi delle conoscenze scientifiche e della potenza di calcolo dei supercomputer, i modelli matematici del futuro saranno sempre più accurati.

Note bibliografiche 149

Ringraziamenti 156

Indice analitico 157