

# Introduzione

Benvenuti in *Quantum Computing. Guida alla programmazione con Python e Q#*. Questo libro vi introdurrà al mondo del quantum computing utilizzando Python come comodo punto di partenza e sviluppando soluzioni scritte in Q#, un linguaggio di programmazione specifico sviluppato da Microsoft. Adotteremo un approccio basato su esempi e sul gioco per introdurre il quantum computing e i concetti di sviluppo che vi consentano di iniziare subito a scrivere codice.

## **Approfondimento: va bene fare snorkeling!**

Il quantum computing è un'area di studio sommamente interdisciplinare, che riunisce concetti di programmazione, fisica, matematica, ingegneria e computer science. Di tanto in tanto, nel corso del libro, dedicheremo un momento a sottolineare come il quantum computing attinga idee da questi altri campi per introdurre in un contesto più ricco i concetti che stiamo trattando.

Mentre questi "inserti" hanno lo scopo di suscitare curiosità e suggerire ulteriori esplorazioni, hanno una natura "tangenziale". Nel libro potrete trovare tutto il necessario per apprendere la programmazione quantistica in Python e Q#, indipendentemente dal fatto che vi immergiate in queste profonde digressioni. Fare un'immersione profonda può essere divertente e illuminante, ma se le immersioni profonde non fanno per voi, va bene; va benissimo anche lo "snorkeling".

## **A chi è rivolto questo libro**

Questo libro è rivolto a persone interessate al quantum computing ma che hanno poca o addirittura nessuna esperienza con la meccanica quantistica, ma con un background di programmazione. Mentre imparerete a scrivere simulatori quantistici in Python e programmi quantistici in Q#, il linguaggio Microsoft dedicato al quantum computing, utilizzeremo idee e tecniche di programmazione tradizionali, per semplificare le cose. Sarà quindi utile avere una comprensione generale dei concetti base della programmazione come i cicli, le funzioni e gli assegnamenti di variabili.

Allo stesso modo, trarremo alcuni concetti matematici dall'algebra lineare, come i vettori e le matrici, per aiutarci a descrivere i concetti quantistici; se avete familiarità con la computer grafica o il machine learning, troverete che molti dei concetti sono simili. Useremo Python per rivedere i concetti matematici più importanti, ma una certa familiarità con l'algebra lineare sarà certamente utile.

## Come è organizzato questo libro: una tabella di marcia

Questo testo mira a consentirvi di iniziare a esplorare e utilizzare alcuni strumenti pratici per il quantum computing. Il libro è suddiviso in tre parti, da leggere in successione.

- La Parte I introduce senza troppi traumi i concetti necessari per descrivere i qubit, l'unità fondamentale di un computer quantistico. Questa parte descrive come simulare i qubit in Python, semplificando la scrittura di semplici programmi quantistici.
- La Parte II spiega come utilizzare il Quantum Development Kit e il linguaggio di programmazione Q# per comporre qubit ed eseguire algoritmi quantistici che funzionano in modo diverso da ogni algoritmo classico noto.
- Nella Parte III applichiamo gli strumenti e i metodi delle due parti precedenti per scoprire come i computer quantistici possono essere applicati ai problemi del mondo reale, come la simulazione delle proprietà chimiche.

Sono previste anche quattro appendici. L'Appendice A contiene tutte le istruzioni di installazione per configurare gli strumenti che utilizziamo nel libro. L'Appendice B è una sezione di riferimento rapido con un glossario quantistico, un promemoria di notazioni e alcuni frammenti di codice che possono essere utili man mano che procederete nel libro. L'Appendice C è un ripasso dell'algebra lineare e l'Appendice D è un'immersione profonda in uno degli algoritmi che verranno implementati.

## Il codice

Tutto il codice utilizzato in questo libro può essere trovato su <https://github.com/crazy4pi314/learn-qc-with-python-and-qsharp>. Le istruzioni complete per l'installazione sono disponibili nell'archivio di questo libro e nell'Appendice A.

Gli esempi del libro possono anche essere eseguiti online senza installare nulla, utilizzando il servizio [mybinder.org](https://mybinder.org). Per iniziare, andate su <https://bit.ly/qsharp-book-binder>.

## Altre risorse online

Mentre iniziate il vostro viaggio nel quantum computing con questo libro e lavorando sul codice di esempio, potreste trovare utili le seguenti risorse online.

- La documentazione del *Quantum Development Kit* (<https://docs.microsoft.com/azure/quantum/>): documentazione concettuale e guida di riferimento completa a tutto ciò che riguarda Q#, comprese le modifiche e le nuove aggiunte successive alla stampa di questo libro.

- Esempi del *Quantum Development Kit* (<https://github.com/microsoft/quantum>): esempi completi per l'utilizzo di Q#, sia da solo sia con programmi host in Python e .NET, coprendo un'ampia gamma di applicazioni.
- *QuTiP.org* (<http://qutip.org>): guida completa per l'utente per il package QuTiP che abbiamo usato per la matematica presente in questo libro.

Ci sono anche alcune ottime comunità che raggruppano esperti di quantum computing e principianti. Entrare a far parte di una comunità di sviluppo quantistico come le seguenti può aiutarvi a risolvere le domande che vi sorgeranno lungo il percorso e vi consentirà anche di assistere gli altri nel loro viaggio.

- *qsharp.community* (<https://qsharp.community>): una comunità di utenti e sviluppatori Q#, dotata di chatroom, blog e repository di progetti.
- *Quantum Computing Stack Exchange* (<https://quantumcomputing.stackexchange.com>): un ottimo luogo per porre domande sul quantum computing, comprese eventuali domande su Q#.
- *Women in Quantum Computing and Applications* (<https://wiqca.dev>): una comunità inclusiva per persone di tutti i sessi per celebrare il quantum computing e coloro che lo rendono possibile.
- *Quantum Open Source Foundation* (<https://qosf.org>): una comunità che supporta lo sviluppo e la standardizzazione di strumenti aperti per il quantum computing
- *Unitary Fund* (<https://unitary.fund>): un'organizzazione non profit che lavora per creare un ecosistema tecnologico quantistico a vantaggio della maggior parte delle persone.

## Per approfondire

Il quantum computing è un campo nuovo e affascinante, che offre nuovi modi per pensare al calcolo e nuovi strumenti per risolvere problemi difficili. Questo libro può aiutarvi a iniziare a conoscere il quantum computing, in modo da consentirvi poi di continuare a esplorare e imparare. Ciò detto, questo non è un libro di testo e non ha lo scopo di prepararvi da soli all'argomento del quantum computing. Come per gli algoritmi classici, anche lo sviluppo di nuovi algoritmi quantistici è un'arte matematica, tanto quanto qualsiasi altra cosa; dal momento che impieghiamo la matematica per spiegare gli algoritmi, troverete vari di libri di testo che possono aiutarvi a formarvi le idee di base.

Dopo aver letto questo libro e aver iniziato a impiegare il quantum computing, se volete continuare il viaggio nella fisica o nella matematica, vi suggeriamo una delle seguenti risorse.

- *The Complexity Zoo* ([https://complexityzoo.net/Complexity\\_Zoo](https://complexityzoo.net/Complexity_Zoo)).
- *The Quantum Algorithm Zoo* (<http://quantumalgorithmzoo.org>).
- *Complexity Theory: A Modern Approach*, di Sanjeev Arora e Boaz Barak (Cambridge University Press, 2009).
- *Quantum Computing: A Gentle Introduction*, di Eleanor G. Rieffel e Wolfgang H. Polak (MIT Press, 2011).

- *Quantum Computing since Democritus*, di Scott Aaronson (Cambridge University Press, 2013).
- *Quantum Computation and Quantum Information*, di Michael A. Nielsen e Isaac L. Chuang (Cambridge University Press, 2000).
- *Quantum Processes Systems, and Information*, di Benjamin Schumacher and Michael Westmoreland (Cambridge University Press, 2010)