

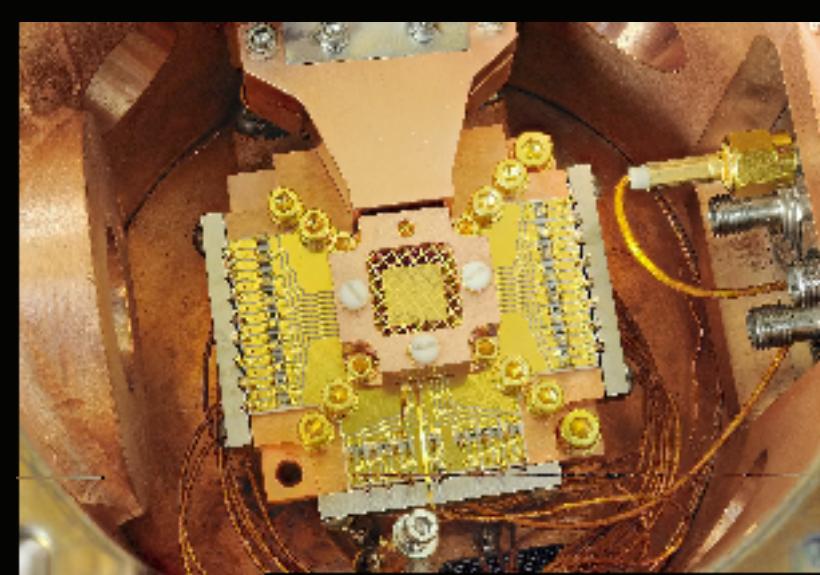
Quantum Technologies

Scopri i pilastri delle tecnologie quantistiche!

Onda o particella? La meccanica quantistica ci insegna che la materia può comportarsi come entrambe, allo stesso tempo! Come le onde, anche gli elettroni possono essere in una sovrapposizione di stati. A volte possiamo sfruttare questi fenomeni quantistici, come l'**entanglement**, per migliorare le prestazioni di alcune tecnologiche: i **computer**, le **simulazioni**, la **comunicazione** e i **sensori**. Scopri come **atomi**, **elettroni** e **luce** possono aiutarci ad effettuare calcoli mai realizzati, simulare complesse reazioni chimiche, costruire una rete di comunicazione a prova di hacker, e visualizzare l'attività cerebrale con precisione mai raggiunta!

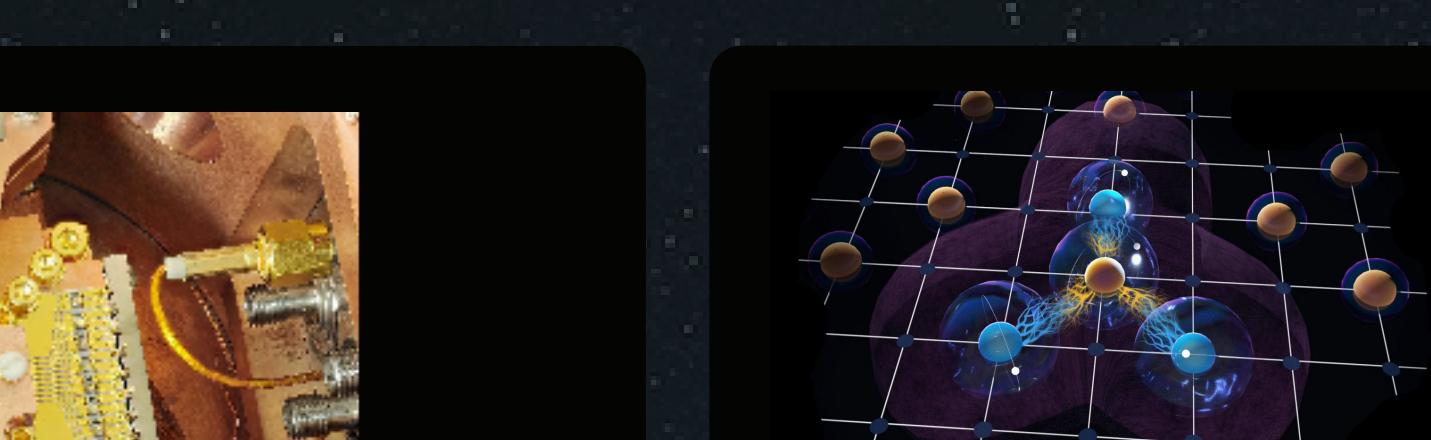
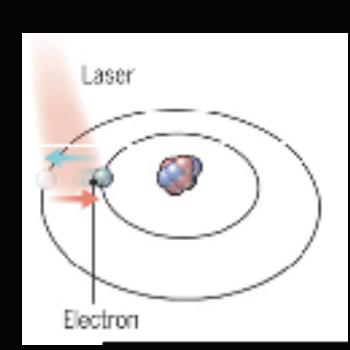
Piattaforme per un hardware quantistico

Per realizzare un computer quantistico è necessario disporre e controllare fisicamente i qubit. Un qubit è un qualunque oggetto fisico descrivibile come sistema a due livelli, che esibisce sovrapposizione ed entanglement.



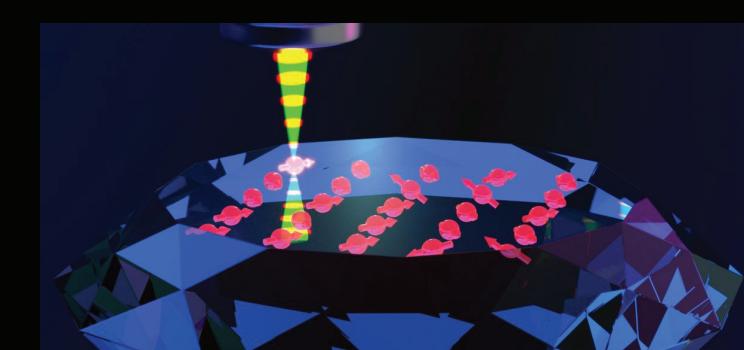
Ioni intrappolati

I livelli energetici degli ioni dipendono dalla posizione degli elettroni. Utilizzando dei laser, gli ioni si raffreddano e si intrappolano in sovrapposizioni quantistiche



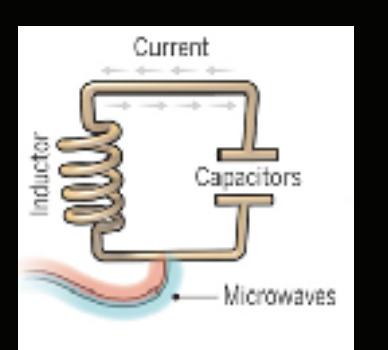
Atomi neutri

Utilizzando il fenomeno dell'interferenza generato dai laser, è possibile disporre atomi neutri in un reticolo ordinato. I livelli del qubit corrispondono a stati energetici (il livello fondamentale e il primo eccitato) interni a ciascun atomo del reticolo.



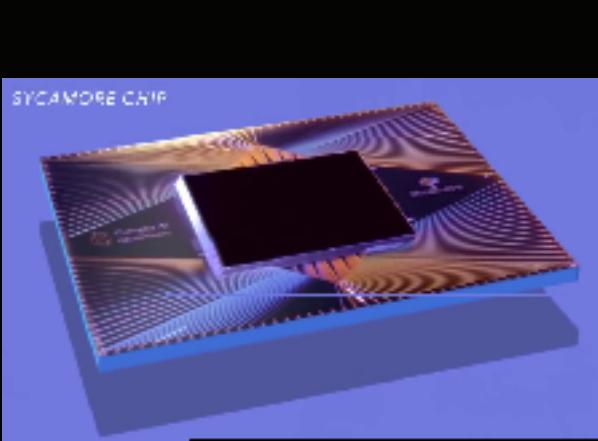
Diamanti con impurità

E' possibile aggiungere impurità (atomi diversi) a materiali come il silicio o il diamante. In entrambi i casi, i qubit sono associati a dei livelli energetici facilmente controllabili attraverso l'uso di laser o microonde.



Circuiti superconduttori

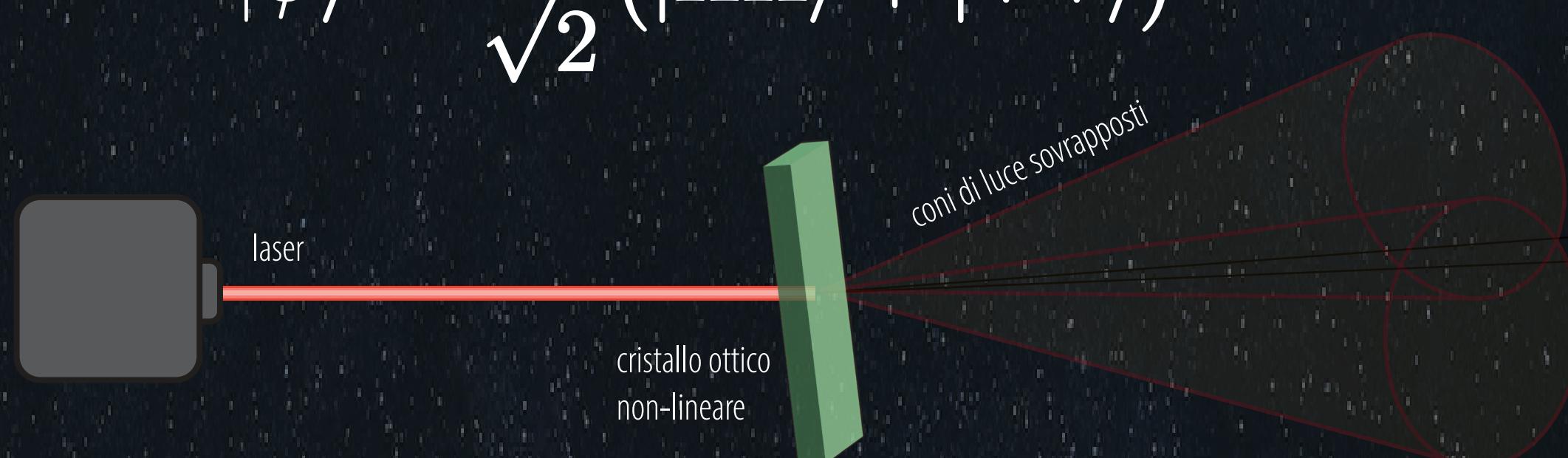
In un circuito superconduttivo a temperature molto basse, si genera una corrente priva di resistenza. Attraverso un segnale microonde si eccita la corrente in uno stato in sovrapposizione in cui essa transita avanti e indietro nel circuito.



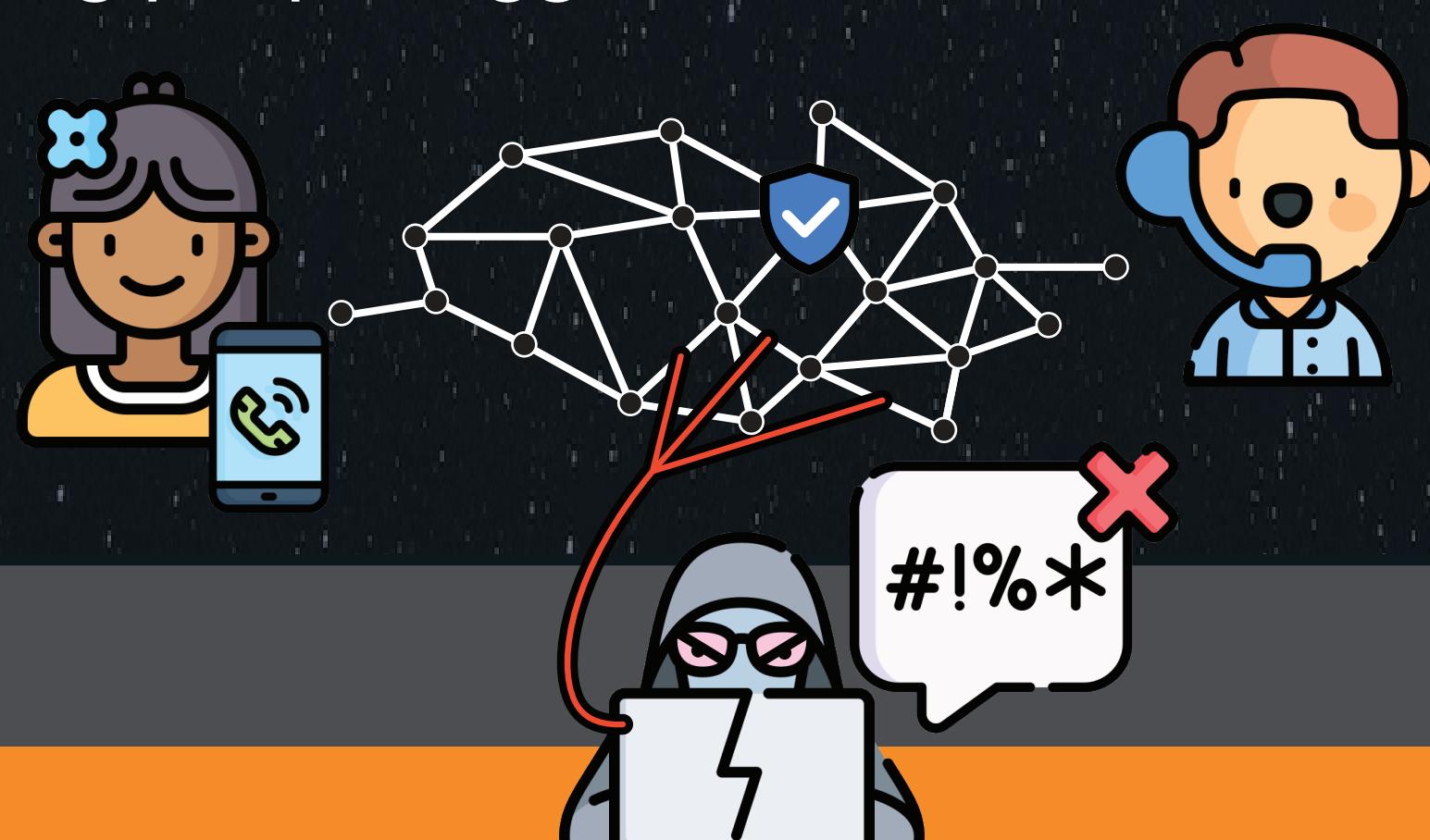
Comunicazione sicura

La luce è fatta di fotoni, particelle elementari prive di massa, mediatici della forza elettromagnetica. Come particelle quantistiche, i fotoni possono essere generati in una sovrapposizione di stati. Per esempio, utilizzando laser e speciali elementi ottici, possiamo generare coppie di fotoni polarizzati in modo verticale e orizzontale allo stesso tempo. Chiamiamo questi stati **entangled** e gli scriviamo così:

$$|\psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|HH\rangle + |VV\rangle)$$



Questi stati quantistici possono essere utilizzati per proteggere le comunicazioni da attacchi informatici. Ogni tentativo di recuperare le informazioni inviate in questo modo cambia lo stato di entrambi i fotoni, distruggendone l'entanglement! In questo modo possiamo accorgerci se qualcuno ci spia. La probabilità di successo di un tentativo di hacking è esponenzialmente piccola all'aumentare dei fotoni utilizzati nell'encoding per proteggere la comunicazione!



Sensori e misurazioni

I diamanti non sono tutti uguali! Infatti sono pieni di difetti... ma proprio questi difetti nel reticolo cristallino degli atomi di carbonio possono essere usati come sensori del campo magnetico, come fossero delle bussole microscopiche. Per usarli, basta irridarli con un laser e misurare la luce che emettono. In questo modo possiamo raggiungere altissimi livelli di precisione nella misurazione del campo magnetico, ma anche del campo elettrico, della temperatura, della pressione e di altre grandezze fisiche.

