

# باز کردن دروازه کوانتومی

---

## مقدمه‌ای بر محاسبات کوانتومی در دنیای متن‌باز

🧭 چرا این موضوع؟

- اهمیت موضوع و انگیزه
- انقلاب در محاسبات و پردازش در عصر نوین
- با وجود تازه بودن تکنولوژی‌های این حوزه اصولاً از دنیای متن‌باز شکل گرفته‌اند
- در دنیای ابزارها باید به آینده نگاه کرد و به مفاهیم اصولی

# 🧠 در دنیای جدید، باید کامپیوترها را عمیق‌تر بشناسیم

---

## کامپیوتر به‌عنوان ابزار مهندسی

We typically use languages and libraries at a high level—but to tackle more meaningful challenges, you must dive deeper into certain areas:

---

- History - Understanding the foundational technologies beneath your work gives you the stability of a mountain.
- Progress - To understand how you can advance the next cycle of scientific discovery.
- Mindset - Understanding how thinkers approached problems, both historically and today.

نگاهی به تاریخچه محاسبات و پردازش 🕒

## محاسبه (Computation) چیست؟

---

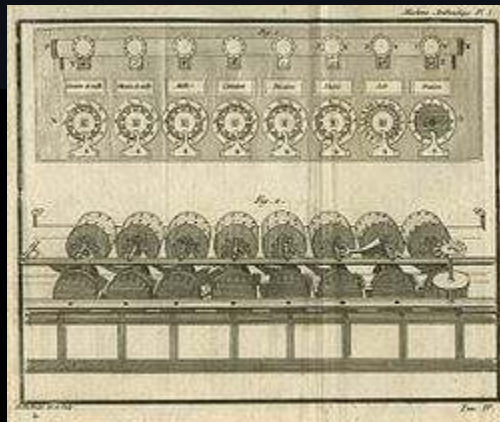
- هر نوع عملیات حسابی یا غیرحسابی است که به طور دقیق تعریف شده باشد

# ماشین حساب پاسکال - اولین ماشین حساب مکانیکی: پاسکالین

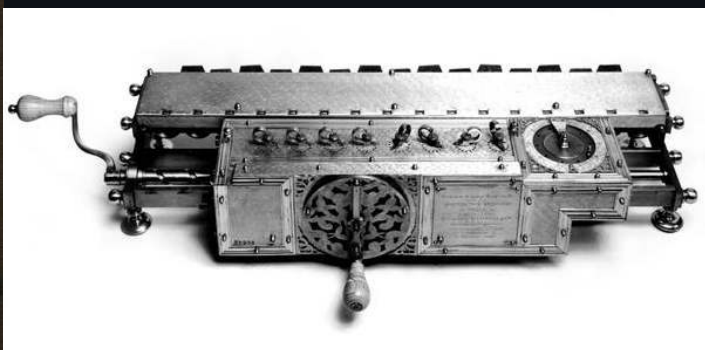


در سال ۱۶۴۲ بلاز پاسکال برای کمک به پدرش (جمع‌آوری مالیات) اولین ماشین حساب مکانیکی به نام پاسکلین را ساخت. این دستگاه می‌توانست عملیات جمع و تفریق را انجام دهد. پاسکال حدود ۵۰ تا از این دستگاه به صورت انبوه ساخت

شیکارد در سال ۱۶۲۳ یک ماشین حساب ساده داشت اما به صورت انبوه از آن وجود نداشت



# ماشین حساب‌های دیجیتال اولیه

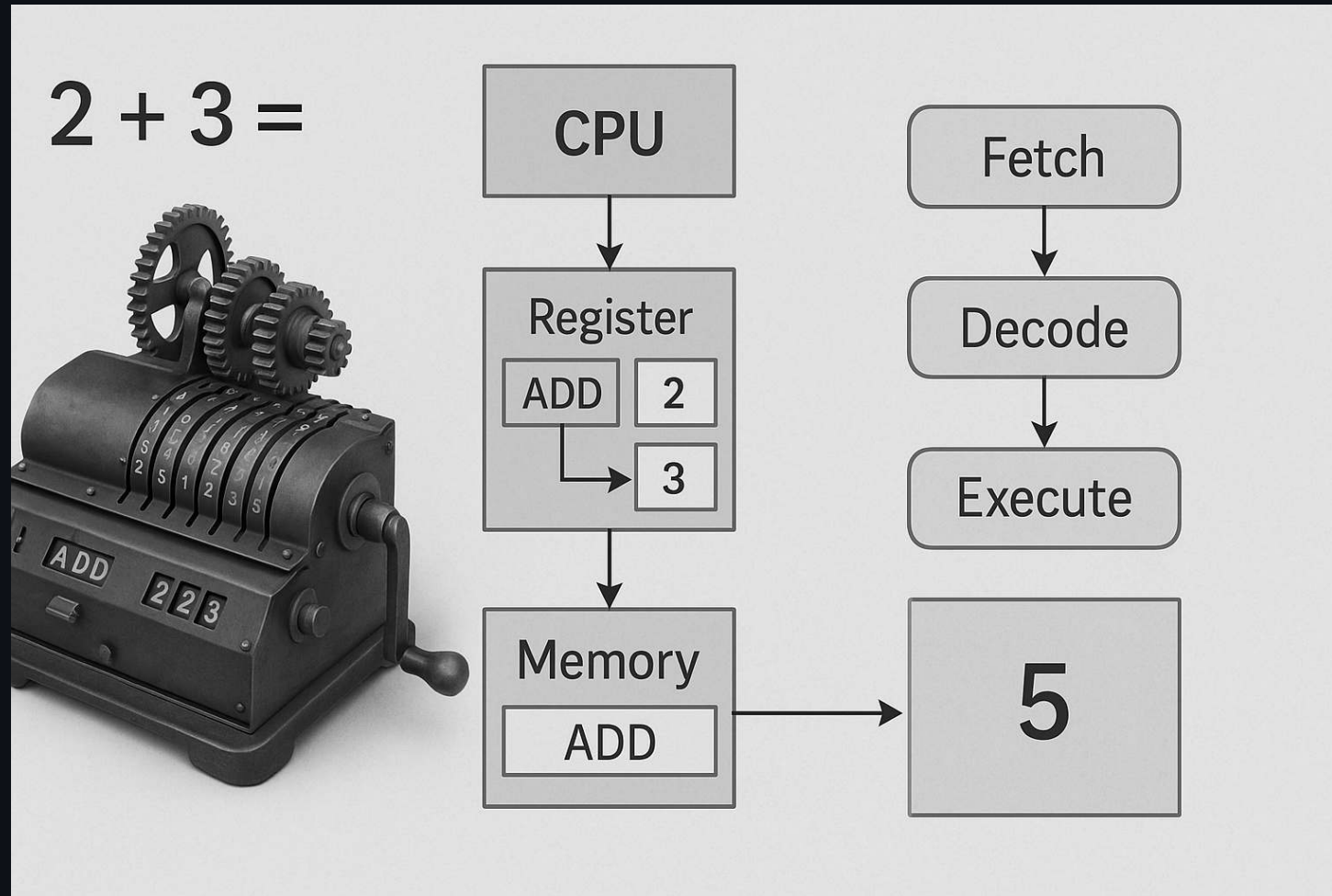


قرن نوزدهم با گسترش صنعت،  
ماشین‌های مکانیکی پیشرفته‌تری  
ابداع شدند (مثل ماشین حساب  
لایبنیتس).

اولین ماشین حساب الکترونیکی  
واقعاً جیبی - Busicom 1971



# پردازش ساده - مفهوم پردازش



## اولین کامپیوترهای با لامپ خلاء (۱۹۴۰)



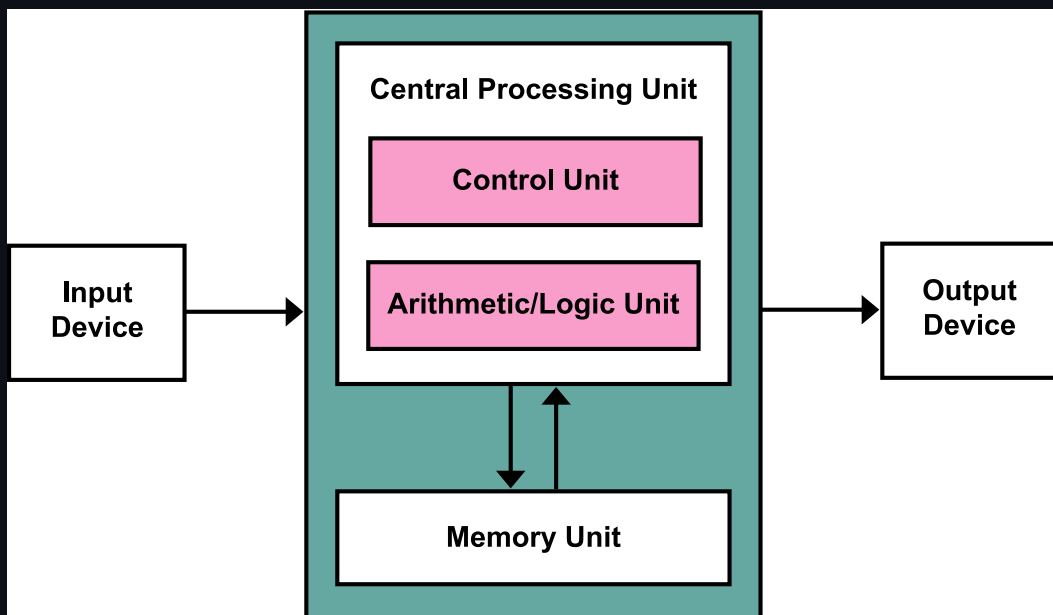
پس از جنگ جهانی دوم،  
کامپیوترهای تمام الکترونیکی ساخته  
شدند. مشهورترین آنها ENIAC  
(1946) است؛ ماشینی با حدود  
۱۸۰۰۰ لامپ خلاء که وزن آن  
نزدیک ۳۰ تن بود



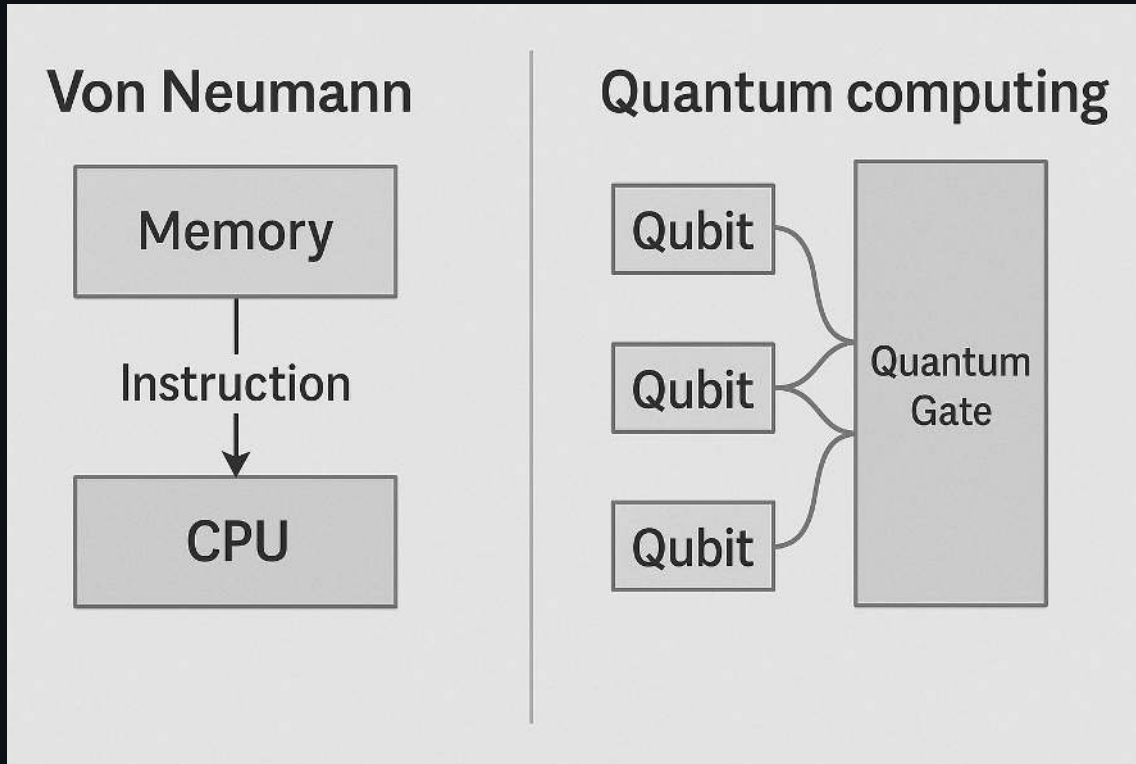
# معماری فون نویمان - کامپیوتر همه منظوره



در اواسط دهه‌ی ۱۹۴۰، جان فون نویمان مفهوم «کامپیوتر با برنامه ذخیره‌شده» را معرفی کرد. در این معماری، داده‌ها و دستورالعمل‌ها در یک حافظه مشترک ذخیره می‌شوند و CPU از یک مسیر داده/دستور (bus) مشترک به آنها دسترسی دارد



# تفاوت معماری کلاسیک و کوانتومی



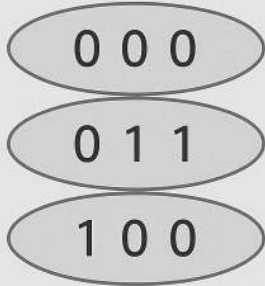
در معماری فون نویمان «گذشت داده از حافظه به CPU» و اجرای دستور به صورت گام به گام اتفاق می‌افتد. اما در کامپیوتر کوانتومی اجزای کلاسیک CPU و حافظه معادل ندارند؛ به جای آن، کیوبیت‌ها و گیت‌های کوانتومی جای حافظه و پردازنده را می‌گیرند و عمل با استفاده از درهم‌نهی و درهم‌تنیدگی انجام می‌شود. بنابراین در کامپیوتر کوانتومی دیگر «خواندن متوالی دستور از حافظه» نداریم و معماری کاملاً متفاوت است

# تصویرسازی پردازش

برای درک تفاوت عددی، کافی است بدانیم یک سیستم  $n$ -کیوبیتی می‌تواند به طور همزمان در  $n^2$  وضعیت مختلف باشد (مثلاً ۳ کیوبیت = ۸ حالت). در حالی که  $n$  بیت کلاسیک تنها می‌تواند یک حالت از  $n^2$  حالت را در هر لحظه داشته باشد.

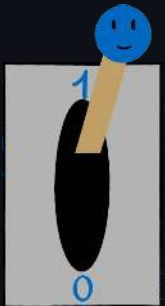
n-Qubits

$2^n$  States

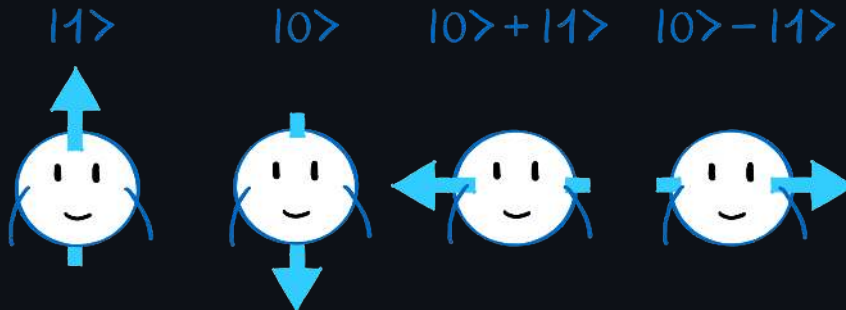


n Classical Bits

1 State



Bit

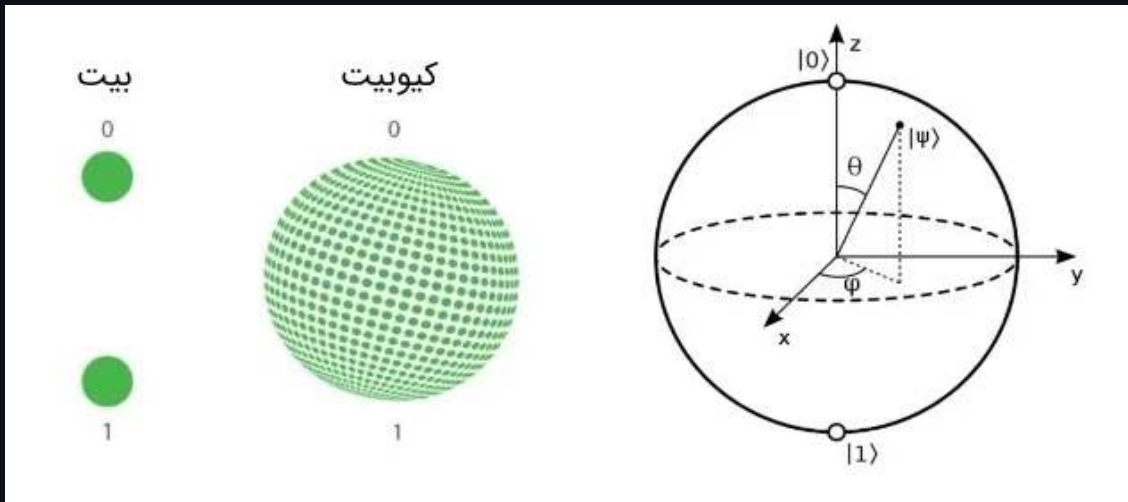


Qubit

## کیوبیت چیست؟

همان‌طور که در کامپیوتر کلاسیک هر بیت نمایانگر ۰ یا ۱ است، در کامپیوتر کوانتومی هر کیوبیت می‌تواند دو حالت پایه « $|0\rangle$ » یا « $|1\rangle$ » یا ترکیب (برهم‌نهی)‌ای از این دو باشد. فرض کنید که یک سکه را درون جعبه‌ای انداخته و تکان می‌دهیم. به نظر شما وضعیت سکه به چه صورت است؟ احتمالاً پاسخ می‌دهید که حالت سکه یا شیر و یا خط است. اما از نقطه نظر مکانیک کوانتومی وضعیت سکه نه شیر است و نه خط، بلکه وضعیت آن به صورت برهم‌نهی از حالت شیر و خط است.

## کره بلوخ (Bloch Sphere)



$$|\psi\rangle = \alpha|heads\rangle + \beta|tails\rangle$$

برای درک شهودی از وضعیت یک کیوبیت، نمایش آن روی کره بلوخ می‌تواند مناسب باشد. در واقع یک کیوبیت هر مکانی را روی سطح کره بلوخ می‌تواند به طور هم‌زمان اختیار کند. این در حالی است که یک بیت کلاسیکی تنها دو مقدار ۰ و ۱ را بر روی قطب‌های کره بلوخ دارد. بله، درست حدس زدید، پردازش موازی و سرعت بیشتر!

## منطق کلاسیک در مقابل منطق کوانتومی

ویژگی	کامپیوتر کلاسیک	کامپیوتر کوانتومی
واحد اطلاعات	بیت (0 یا 1)	کیوبیت (ترکیبی از 0 و 1)
پردازش	ترتیبی	موازی
قدرت پردازش	محدود	بسیار بالا
کاربردها	عمومی	مسائل پیچیده و خاص

چه کارهایی از کامپیوترهای کوانتومی برمی آید و چه کارهایی نه؟!

---

محدودیت‌ها و چالش‌ها

---

وضعیت فعلی: مثل توسعه الگوریتم‌های تصحیح خطا و ساخت  
کیوبیت‌های پایدار

---

- مطمئن باشید حالا حالا ها نمیتونید گوگل کروم تون رو سریعتر اجرا کنید :) میتونید فایرفاکس استفاده کنید

# معرفی پروژه‌های متن‌باز کوانتومی

---

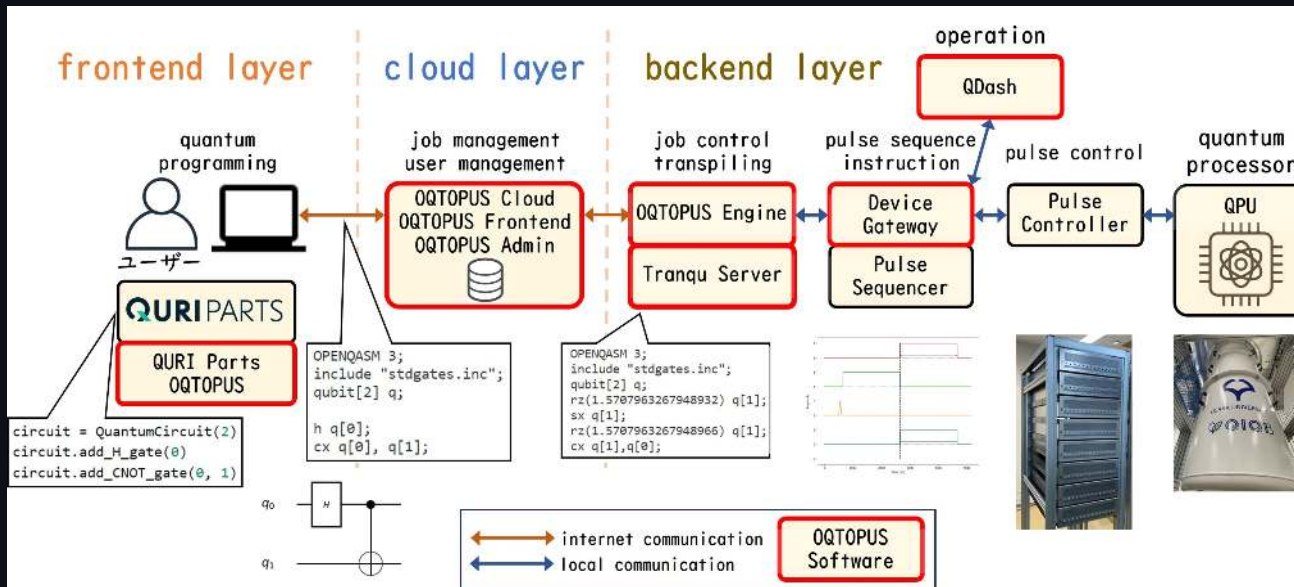
- Qiskit (IBM) - یک محیط متن‌باز برای کار با کامپیوترهای کوانتومی است که توسط IBM توسعه یافته. با Qiskit می‌توان مدارهای کوانتومی را با زبان Python ایجاد، و به شبیه‌سازها یا سخت‌افزارهای IBM ارسال کرد.
- Cirq (Google) - یک فریم‌ورک متن‌باز از تیم کوانتوم گوگل است که بر روی کامپیوترهای NISQ (میان‌رده) تمرکز دارد. در Cirq نیز با Python می‌توان مدارهای کوانتومی ساخت و آنها را روی شبیه‌سازهای لوکال اجرا کرد.
- PennyLane - یک کتابخانه متن‌باز پایتون برای یادگیری ماشین کوانتومی است (Quantum Machine Learning). این کتابخانه امکان پیوند دادن تکنولوژی‌های ML مثل TensorFlow و PyTorch به بک‌اندهای کوانتومی (از IBM، گوگل و دیگران) را فراهم می‌کند.
- QuTiP - (مخفف Quantum Toolbox in Python) یک کتابخانه متن‌باز برای شبیه‌سازی دینامیک سیستم‌های کوانتومی است - کاربرد بالا در اپتیک کوانتومی



# سیستم عامل کوانتومی (: OQTOPUS

## Open Quantum Toolchain for Operators and Users

- معماری سیستم عامل متن باز کوانتومی OQTOPUS. این سیستم شامل لایه کاربری (frontend)، لایه ابری (cloud) و لایه پشتی (backend) است و توسط دانشگاه اوساکا در GitHub منتشر شده است
- قابلیت افزونه نویسی دارد



Q&A

---

IBM: «What is quantum computing?» [ibm.com](https://ibm.com) [ibm.com](https://ibm.com) - Qubit [en.wikipedia.org](https://en.wikipedia.org) -  
Computation [en.wikipedia.org](https://en.wikipedia.org) - QuTiP [en.wikipedia.org](https://en.wikipedia.org) - Cirq [en.wikipedia.org](https://en.wikipedia.org) -  
TechTarget: «Classical vs. quantum computing: What are the differences?»  
[techtarget.com](https://techtarget.com) [techtarget.com](https://techtarget.com) - Quantum Inspire: «Superposition and  
entanglement» [quantum-inspire.com](https://quantum-inspire.com) [quantum-inspire.com](https://quantum-inspire.com) - Osaka University /  
Phys.org: «OQTOPUS: Open-source quantum computer OS» - GeeksforGeeks:  
«Von Neumann architecture» [geeksforgeeks.org](https://geeksforgeeks.org)