

Kvantové technologie pro učitele: Úplné základy jednoduše a hravě

**– od fyzikálních základů
po jejich přednosti a nedostatky
– hravě a srozumitelně**

RNDr. Zdeňka Koupilová, Ph.D.

Katedra didaktiky fyziky, MFF UK

Osnova

- Co umím a neumím
- Proč kvantovka na ZŠ a SŠ
- Odlišnosti kvantového světa – superpozice, interference a měření
- Qubity, operátory a ti druzí
- Příklad algoritmu
- ... a co dál?



INTERNATIONAL YEAR OF
Quantum Science
and Technology

Proč by se měli
„středoškoláci“ dozvídat o
kvantových technologiích?

Proč učit kvantovku, resp. kvantové technologie středoškoláky?

Odpovědi od středoškoláků:

- Budeme je používat v budoucnosti.
- Mohla by to být možnost, co jít studovat na vejšce.
- Mohla by to být možnost profese.
- Kvantovka je cool.
- Kvantovka je prej divná a chci se o tom dozvědět víc.

Proč učit kvantovku, resp. kvantové technologie středoškoláky?

- Budoucnost = kvantové technologie

Je na čase připravit se na éru kvantové techniky, říká technologický ředitel IBM

11. února 2024 20:03

Kvantové počítače mají v budoucnu pomáhat hledat nové léky nebo bránit se proti kyberútočníkům. Velmi užitečné mohou být také při šifrování, k nalezení klíčů a prvočísel běžné šifry potřebuje obyčejný počítač deset tisíc let. „Dostatečně výkonný kvantový počítač ji rozluští za hodinu,“ říká v rozhovoru pro iDNES.cz Martin Švík, technologický ředitel IBM.



https://www.idnes.cz/zpravy/domaci/rozhovor-martin-svik-ibm-kvantova-sit-pripojeni-cvut-quantove-pocitace.A240201_133555_domaci_nema



Rychlost Internetu

Články

Aktuality

Video

Podcast

Nástroje

Lupa+

Lupa.cz do mailu

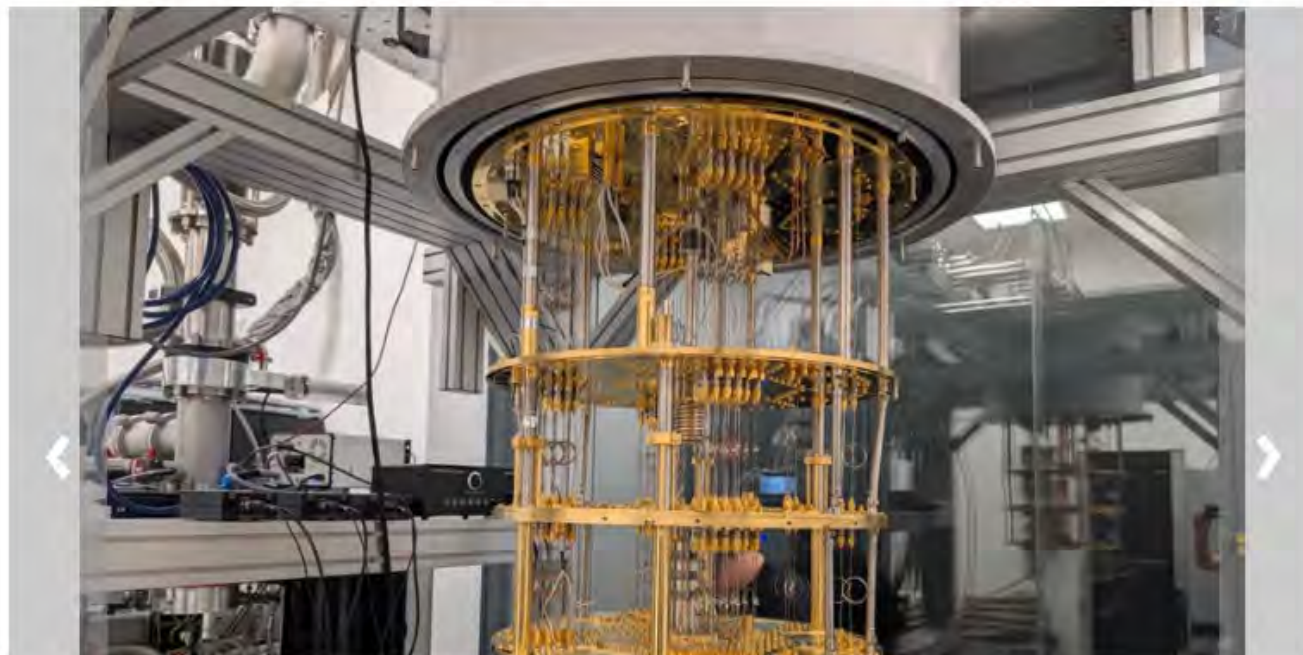


Lupa.cz » Toto je první kvantový počítač v Česku. Jmenuje se Vlk a má teplotu nízkou skoro jako vesmír

Toto je první kvantový počítač v Česku. Jmenuje se Vlk a má teplotu nízkou skoro jako vesmír

JAN SEDLÁK | 27. 3. 2025 | Doba čtení: 6 minut

7 NOVÝCH NÁZORŮ



Stížností na špatný příjem L výrazně ubylo. Problémy jsou s anténami



Oneplay a ti další. Jak teď v nabídka konkurenčních tele tarifů?



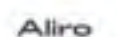
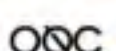
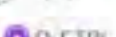
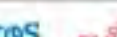
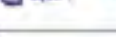
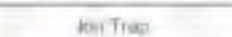
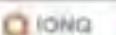
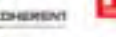
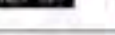
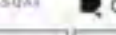
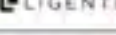
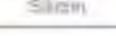
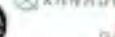
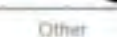
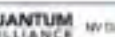
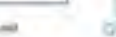
Vysílací rada dostane nové dohlížet na spojování médií

ANKETA

Mají Mapy od Seznamu šanci uspět celosvětově?

Quantum Computing Market Map

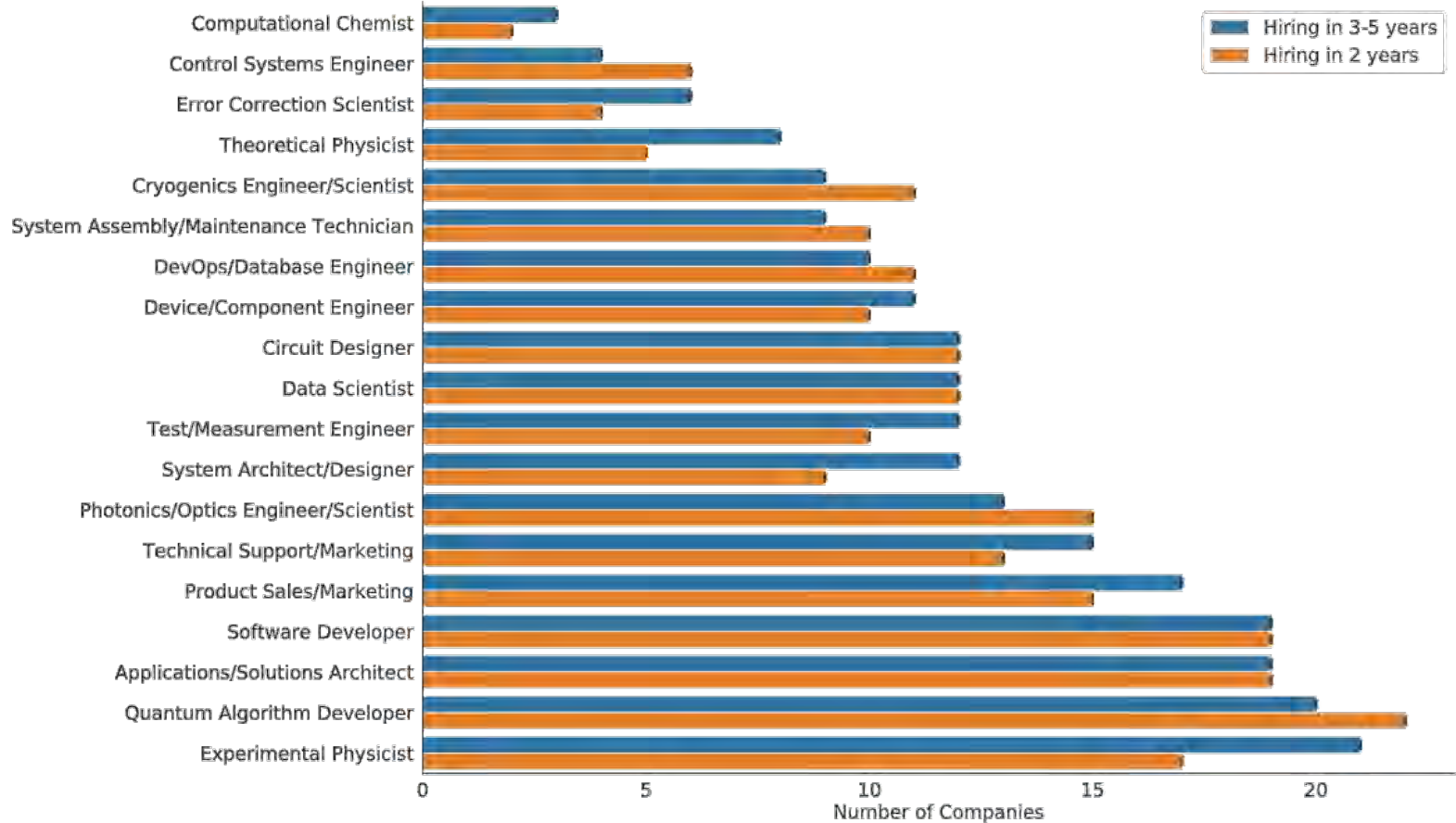
Non exhaustive and in no particular order. Excludes details on control systems, assembly languages, circuit design, etc.

Users <i>Select examples</i>	Applications <i>Not mapped to verticals</i>	Software offerings <i>Includes control software</i>	QPU ²	Hardware / components <i>Select examples only – not representative of entire ecosystem</i>
Material Science	Not strictly categorized given diversity of operations ¹		Superconducting	Cryogenics (includes testing)
  	          		       	
Finance	             		                                                               	
Life Sciences			Ion Trap	Neutral Atoms
Other			Silicon	Photonic
			Other	Other components (examples)

¹ Software offerings can be further classified into SDKs, firmware / enablers, algorithms / applications, simulators etc. but many companies are offering a mixture across the stack.

² Many QPU providers are offering full stack services (e.g. Pasqal acquired QuqCo, Quantinuum was originally QQC prior to merger with HQS, etc).

Quantum workforce demand



[arXiv:2109.03601](https://arxiv.org/abs/2109.03601) (Lewandowski group, NIST, 2021)



FIG. 4: The distribution of degrees needed for different job roles in the quantum industry.

[arXiv:2109.03601](https://arxiv.org/abs/2109.03601) (Lewandowski group, NIST, 2021)

Proč učit kvantovku, resp. kvantové technologie středoškoláky?

- Budoucnost = kvantové technologie
- Zajímavá i intelektuální výzva
pojďme prozkoumat nový neznámý svět
platí v něm zvláštní, ale logické zákony
- A jde to vůbec?
Jde, ale musíme se zaměřit na myšlenky, nikoli formalismus (matematiku).

(Nový) kvantový svět

Sbohem selský rozum...

„Those who are not shocked when they first come across quantum theory cannot possibly have understood it.“

Niels Bohr

„If you can fathom quantum mechanics without getting dizzy, you don't get it.“

Niels Bohr

„The „paradox“ is only a conflict between reality and your feeling of what reality „ought to be“.“

Richard Feynman

Chybí nám slova...

Musíme si uvědomit, že zatímco chování nejmenších částic nelze jednoznačně popsat obvyklým jazykem, řeč matematiky je i nadále postačující...

Werner Karl Heisenberg

The only failure of quantum theory is its inability to provide a natural framework for our prejudices about the workings of the Universe.

Wojciech Zurek

Kde hledat „pevný bod“

“It doesn't matter how beautiful your theory is, it doesn't matter how smart you are. If it doesn't agree with experiment, it's wrong.”

Richard P. Feynman

„The point is no longer that quantum mechanics is an extraordinarily (and for Einstein unacceptably) peculiar theory, but that the world is an extraordinary peculiar place.

N. David Mermin

Princip superpozice

OPRAŠKI Z HISTORJE SVJETA

SHRÖDIGNROVO BIZTRO



facebook.com/historje

instagram.com/historje



I  Schrödinger

Pozorování & měření



SCHRÖDINGEROVA VÁHA

Pravděpodobnostní charakter
Nelze pozorovat a neovlivňovat
Jednosměrnost

Kvantové piškvorky

<https://everthemore.itch.io/tiqtaqtoe>

<https://tiqtaqtoe.com/>



Kvantové lodě

Nekompatibilní veličiny

Otázky bez odpovědi

Entanglement (propletení)

Non-cloning theorem

Interference

Vlny vs. kuličky
Dualismus chování

https://fyzweb.cz/materialy/kvantovka/Double_slit_experiment.html

Kvantové počítače
nejdou lepší, jsou jiné!

Kvantové počítače

– klady a slabiny

- + superpozice
- + interference
- + propletení
- non-cloning teorém
- pravděpodobnostní charakter měření
- změřením zničím stav

Kvantová kryptografie



Classical bit

0



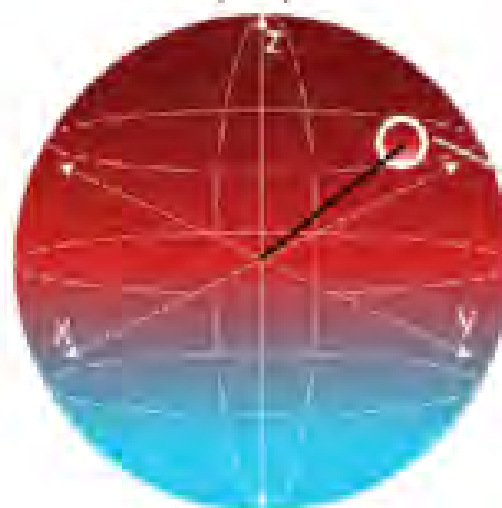
or



1

Quantum bit (Qubit)

$|0\rangle$



Superposition

$$|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$$

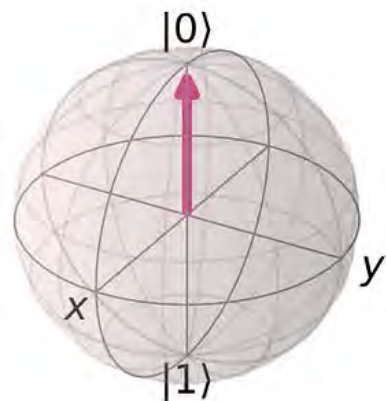
$|1\rangle$

Kvantové operátory (hradla, gates)

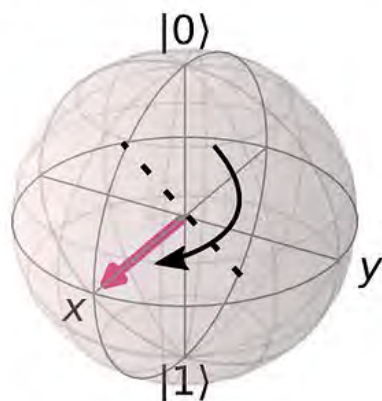
[illegible]

Kvantová hradla (gates)

Start

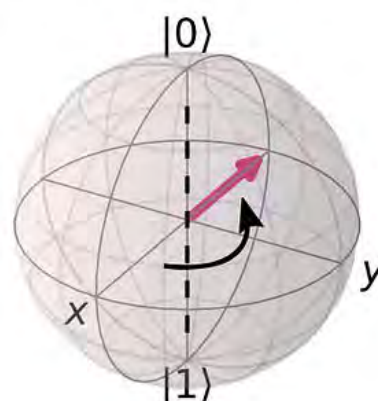


Apply H-gate



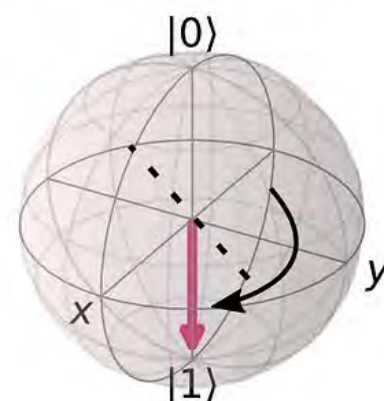
Rotace kolem osy
 $\theta = 45^\circ$, $\phi = 0^\circ$

Apply Z-gate



Rotace kolem
osy z o 180°

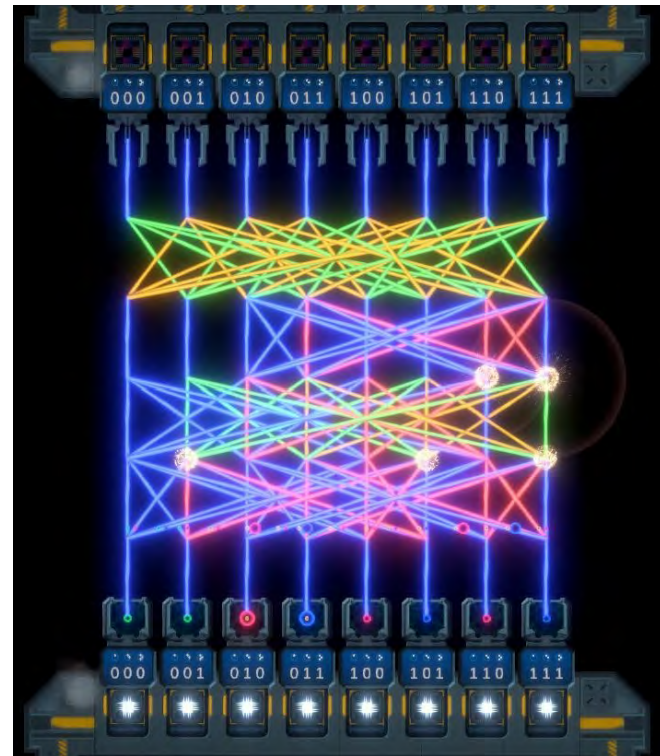
Apply H-gate



Quantum Odyssey

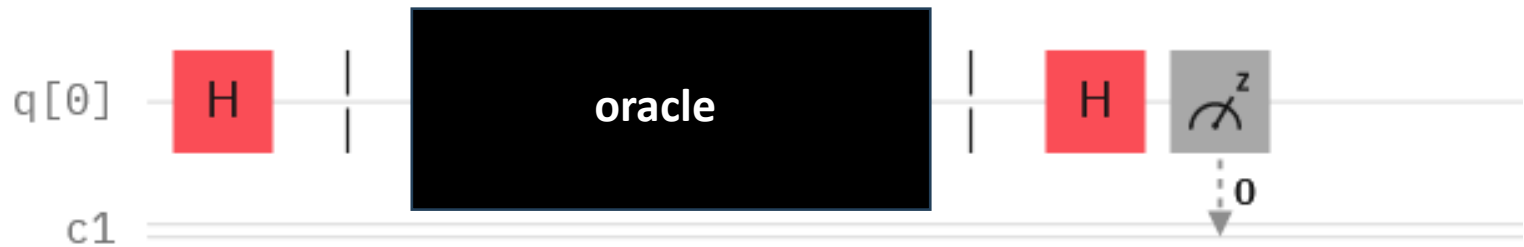
<https://www.quarksinteractive.com/>

[https://store.steampowered.com/app/2802710/Quantum Odyssey/](https://store.steampowered.com/app/2802710/Quantum_Odyssey/)



Deutschův algoritmus

x	0	1		oracle
$f(x)$	0	0	konstantní	I
	0	1	vyvážená	Z
	1	0	vyvážená	XZX
	1	1	konstantní	XZXZ



$$|0\rangle$$

$$|0\rangle + |1\rangle$$

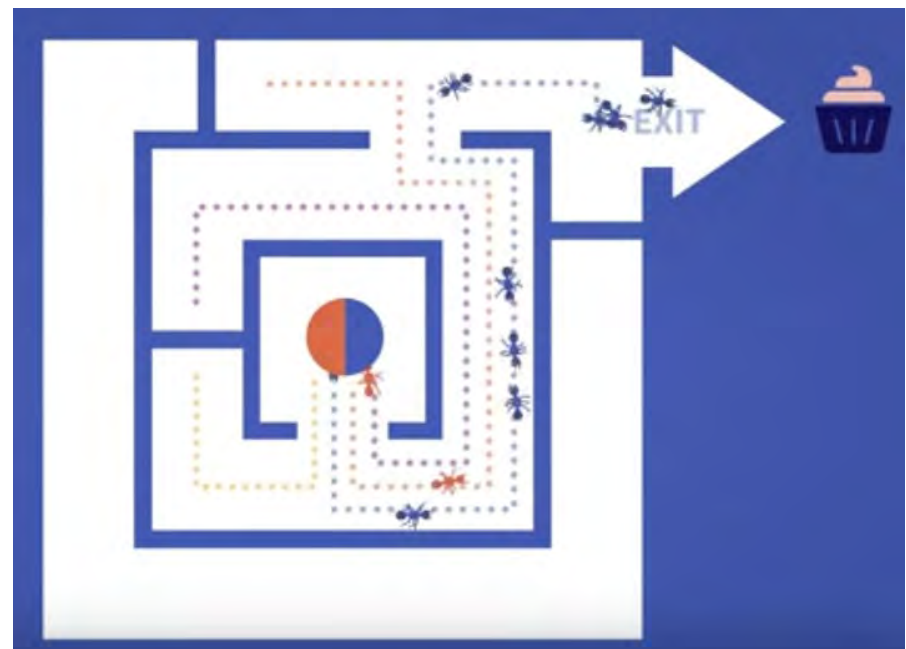
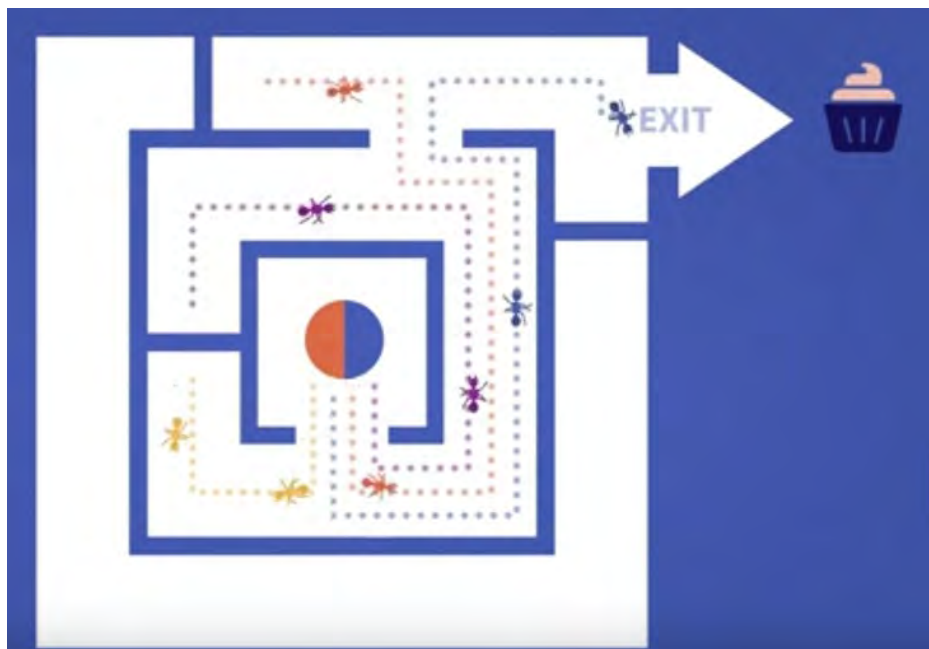
$$(-1)^{f(0)} |0\rangle + (-1)^{f(1)} |1\rangle$$

$$(-1)^{f(0)} (|0\rangle + |1\rangle) + (-1)^{f(1)} (|0\rangle - |1\rangle)$$

$$((-1)^{f(0)} + (-1)^{f(1)}) |0\rangle + ((-1)^{f(0)} - (-1)^{f(1)}) |1\rangle$$

Grooverův vyhledávací algoritmus

Merel A Schalkers *et al* 2024 *Phys. Educ.* **59** 035003 10.1088/1361-6552/ad2976
<https://www.youtube.com/watch?v=eGYuTuTxoJE>





...a co dál?

Děkuji za pozornost.