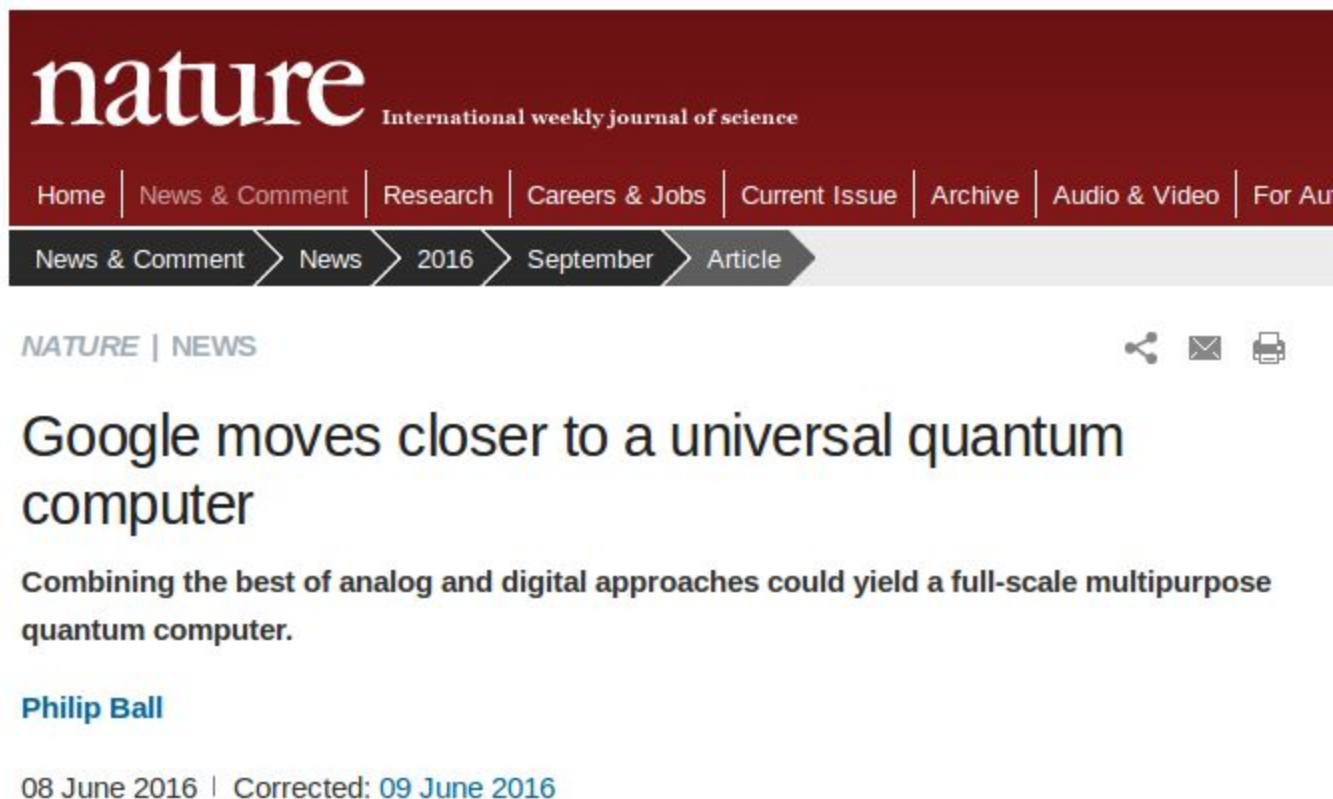


A close-up photograph of a quantum computing chip, showing intricate circuitry and gold-colored components. The chip is mounted on a metallic substrate. A colorful, abstract graphic overlay is centered on the chip, featuring a green shape on the left, a red shape on the right, and a purple-to-orange gradient shape at the bottom. The text is overlaid on this graphic.

Ar kvantiniai kompiuteriai pakeis pasaulį?

Julius Ruseckas

Mokslo naujienos






The image shows a screenshot of a news article on the Nature website. The top navigation bar is dark red with white text for 'nature' and 'International weekly journal of science'. Below it is a secondary navigation bar with links for 'Home', 'News & Comment', 'Research', 'Careers & Jobs', 'Current Issue', 'Archive', 'Audio & Video', and 'For Au'. A breadcrumb trail below that shows 'News & Comment' > 'News' > '2016' > 'September' > 'Article'. The article title is 'Google moves closer to a universal quantum computer' in a large, bold, black font. Below the title is a sub-headline: 'Combining the best of analog and digital approaches could yield a full-scale multipurpose quantum computer.' The author's name, 'Philip Ball', is listed in blue. At the bottom, the date '08 June 2016' and a correction notice 'Corrected: 09 June 2016' are visible. On the right side of the page, there are icons for sharing, email, and printing.

nature International weekly journal of science

Home | News & Comment | Research | Careers & Jobs | Current Issue | Archive | Audio & Video | For Au

News & Comment > News > 2016 > September > Article

NATURE | NEWS   

Google moves closer to a universal quantum computer

Combining the best of analog and digital approaches could yield a full-scale multipurpose quantum computer.

Philip Ball

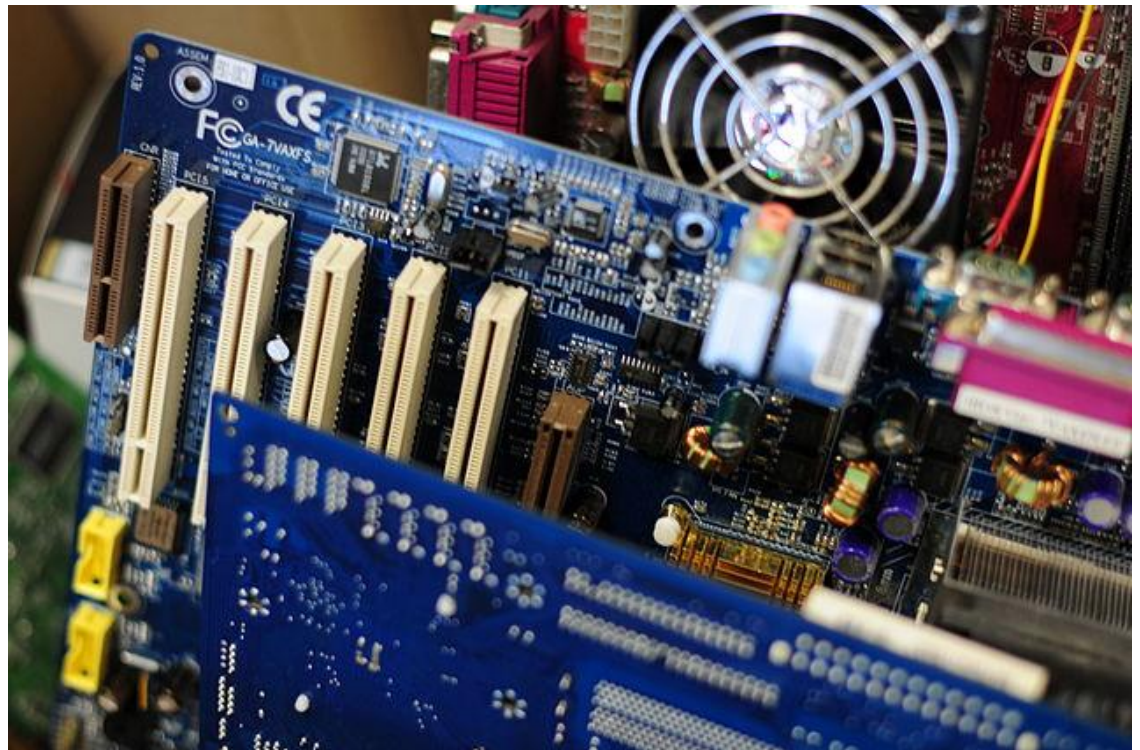
08 June 2016 | Corrected: 09 June 2016

Kas yra kvantinis kompiuteris?

- Kas yra kompiuteris?
- Ką reiškia “kvantinis”?
- Kaip šiuos dalykus sujungti?

Kas yra kompiuteris?

Kompiuteris yra įrenginys priimančias informaciją ir ją apdorojantis pagal iš anksto užduotą instrukcijų seką

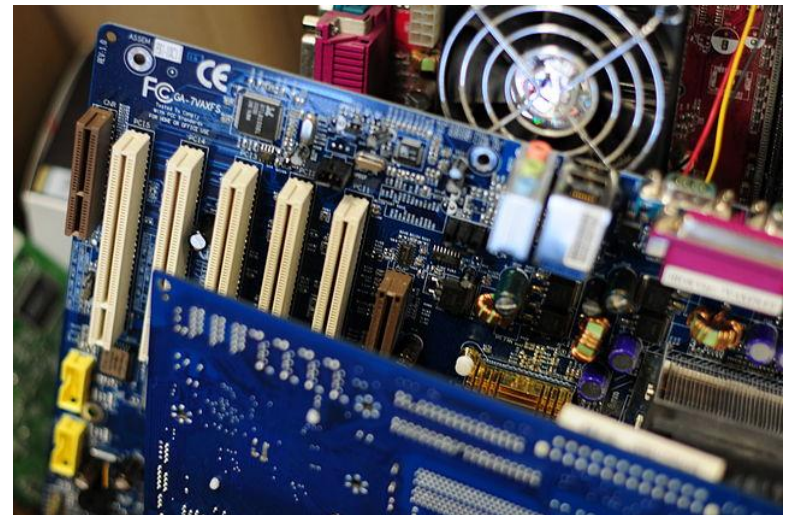


Kompiuterių rūšys

Analoginiai



Skaitmeniniai



Analoginiai kompiuteriai

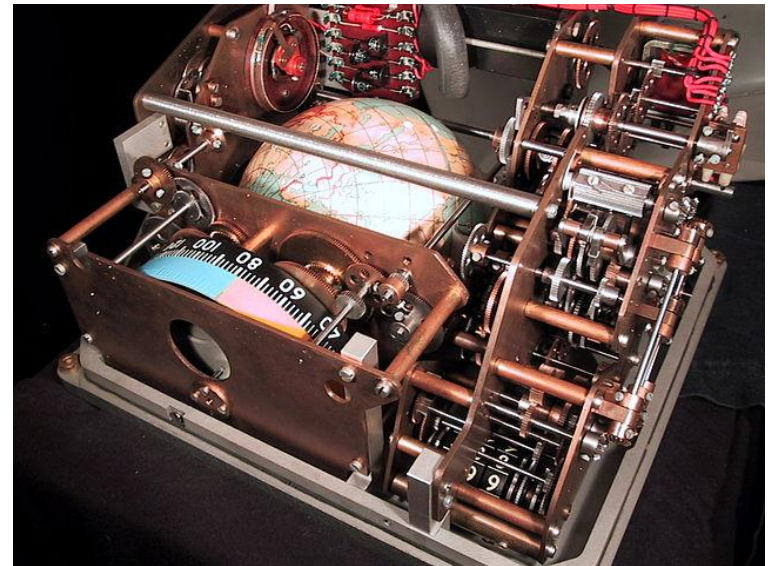
Analoginis kompiuteris duomenis atvaizduoja **tolydžiai** kintančiais dydžiais: elektros įtampa, vandens slėgiu, mechaniniu sukimu, ...



Analoginiai kompiuteriai

Privalumai:

- Dažnai yra greitesnis už skaitmeninį kompiuterį
- Idealizuotas (be klaidų) analoginis kompiuteris gali išspręsti problemas, neišsprendžiamas skaitmeniniu kompiuteriu



Analoginiai kompiuteriai

Trūkumai

- Skaičiavimo tikslumą riboja paklaidos ir triukšmas
- Galimų klaidų rūšių yra be galo daug

Skaitmeniniai kompiuteriai

- Leidžia **apeiti** problemas su paklaidomis analoginiuose kompiuteriuose
- Informacija skaitmeniniuose kompiuteriuose atvaizduojama 1 ir 0 (**bitų**) seka
- Yra tik **viena** klaidos rūšis: bito apsivertimas

Klaidų korekcija

Idėja: įvesti perteklinius bitus

Pavyzdžiui: vieną bitą atvaizduoti 3 bitais

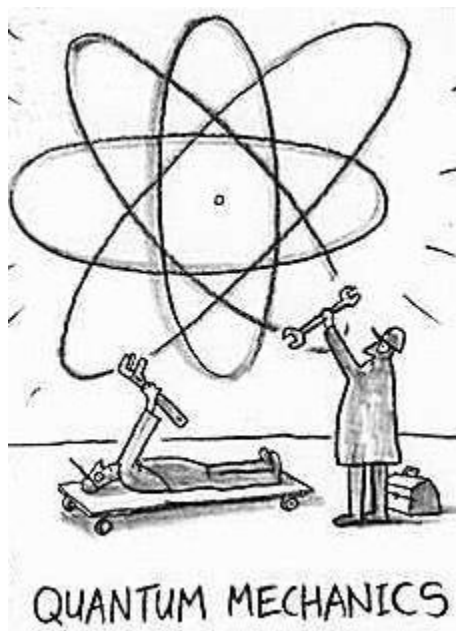
Tegu turime seką **111**

Jei dėl klaidos vienas bitas apsivertė: **110**

Galime tą nustatyti, žiūrėdami į daugumą

Ką reiškia “kvantinis”?

Kas yra kvantinė mechanika?



Kvantinė mechanika – tai teorija, aprašanti mikroskopinių objektų judėjimą

Klausimai

Ką reiškia pavadinimas “Kvantinė mechanika”?

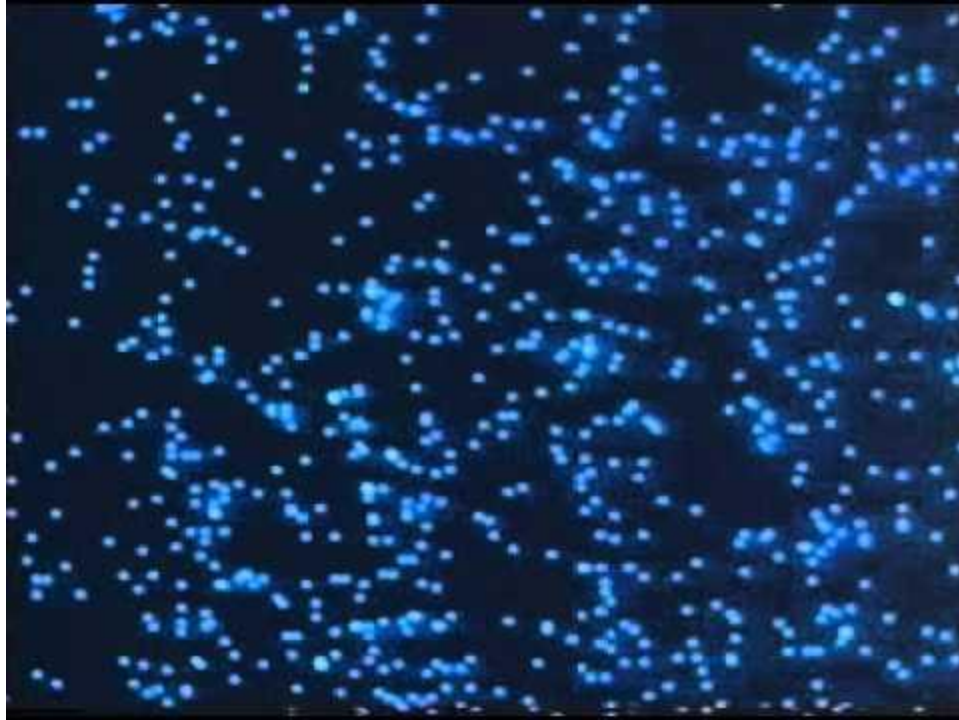
Kas yra mikroskopiniai objektai?

- Elektronai
- Atomai
- Molekulės
- Ir ne tik...

Kokia nauda iš kvantinės mechanikos?

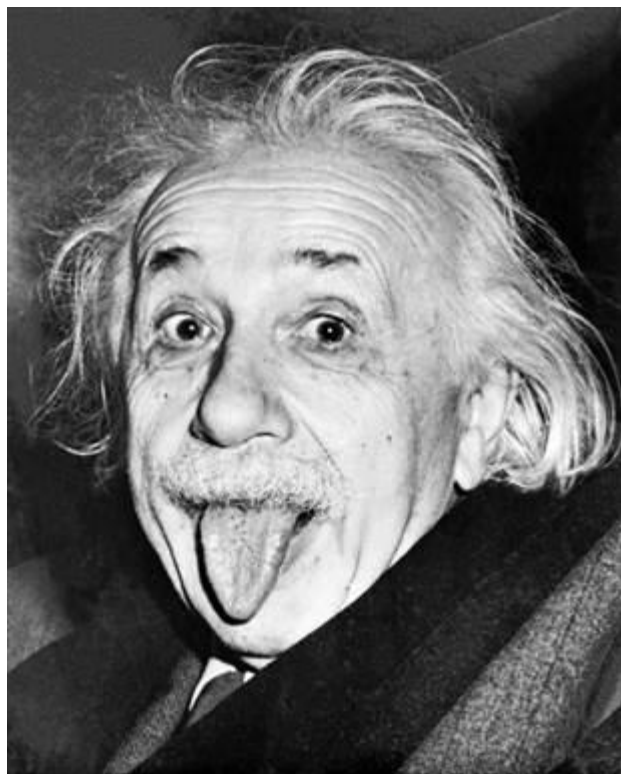
Kodėl kvantinė mechanika yra reikalinga?

Kaip atrodo mikroskopinių objektų judėjimas?



<https://youtu.be/1LVkQfCptEs>

Išvados apie judėjimą



“Dievas nežaidžia kauliukais”
A. Einstein

Išvados apie judėjimą

Kai kurių matavimų rezultatai yra atsitiktiniai:

Dievas kauliukais žaidžia!

Išvados apie judėjimą

- Mikroskopinio objekto judėjimas yra šiek tiek panašus
 - Ir į rutuliuko (dalelės) judėjimą
 - Ir į bangos sklidimą
- **Nėra** analogų mūsų kasdieninėje patirtyje

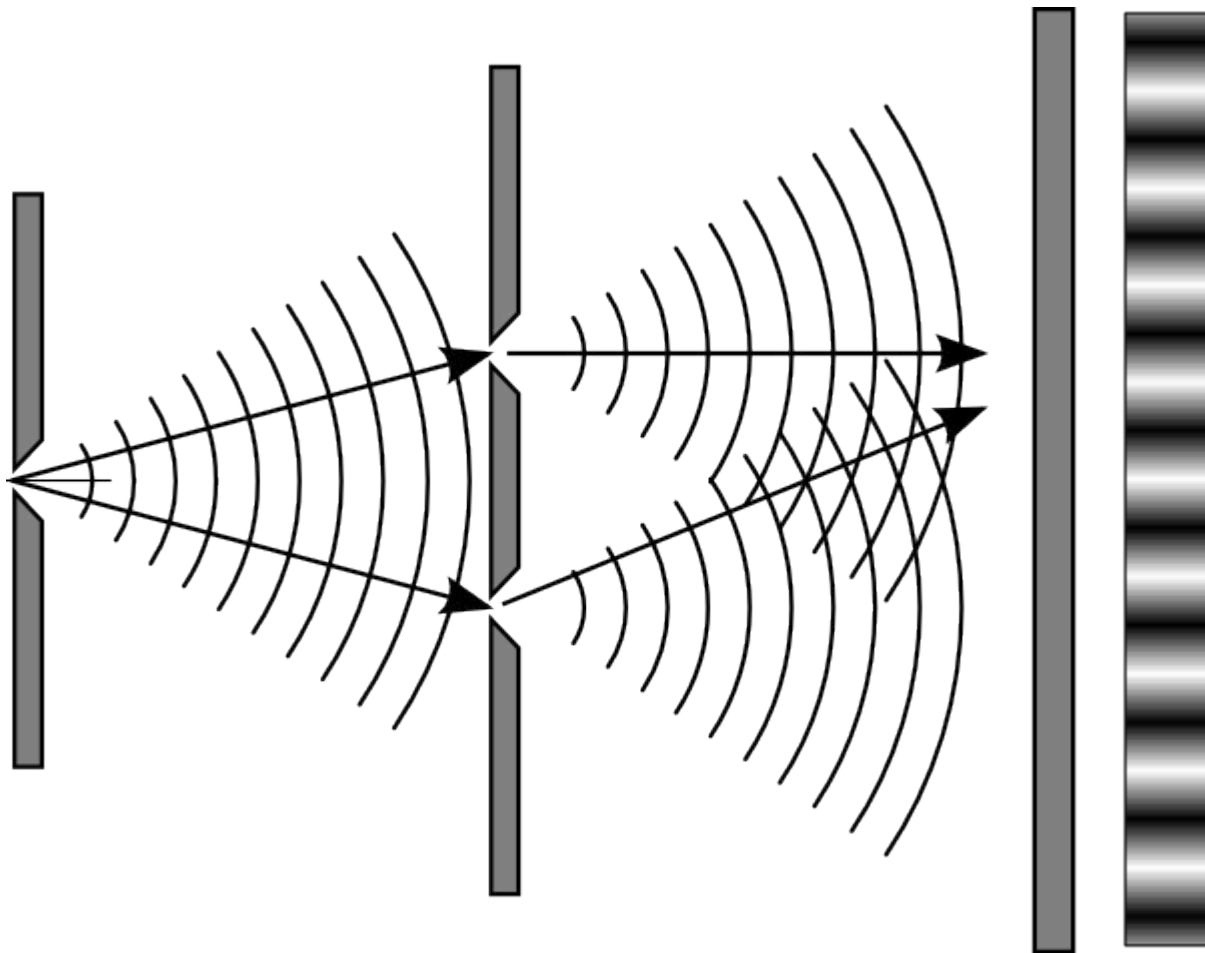
Banginės savybės

de Broglie bangos ilgis

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

$h = 6.62606896(33) \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ yra Planck'o konstanta

Superpozicija



Kuriuo keliu juda elektronas?

Problema



“Niekas nesupranta
kvantinės mechanikos”
R. P. Feynman

Išėtis

Kvantinė mechanika – tai **formalios** taisyklės, kaip reikia skaičiuoti, kad gautum teisingas prognozes.

Dvi dalelės

Ligi šiol nagrinėjome tik vieną dalelę.

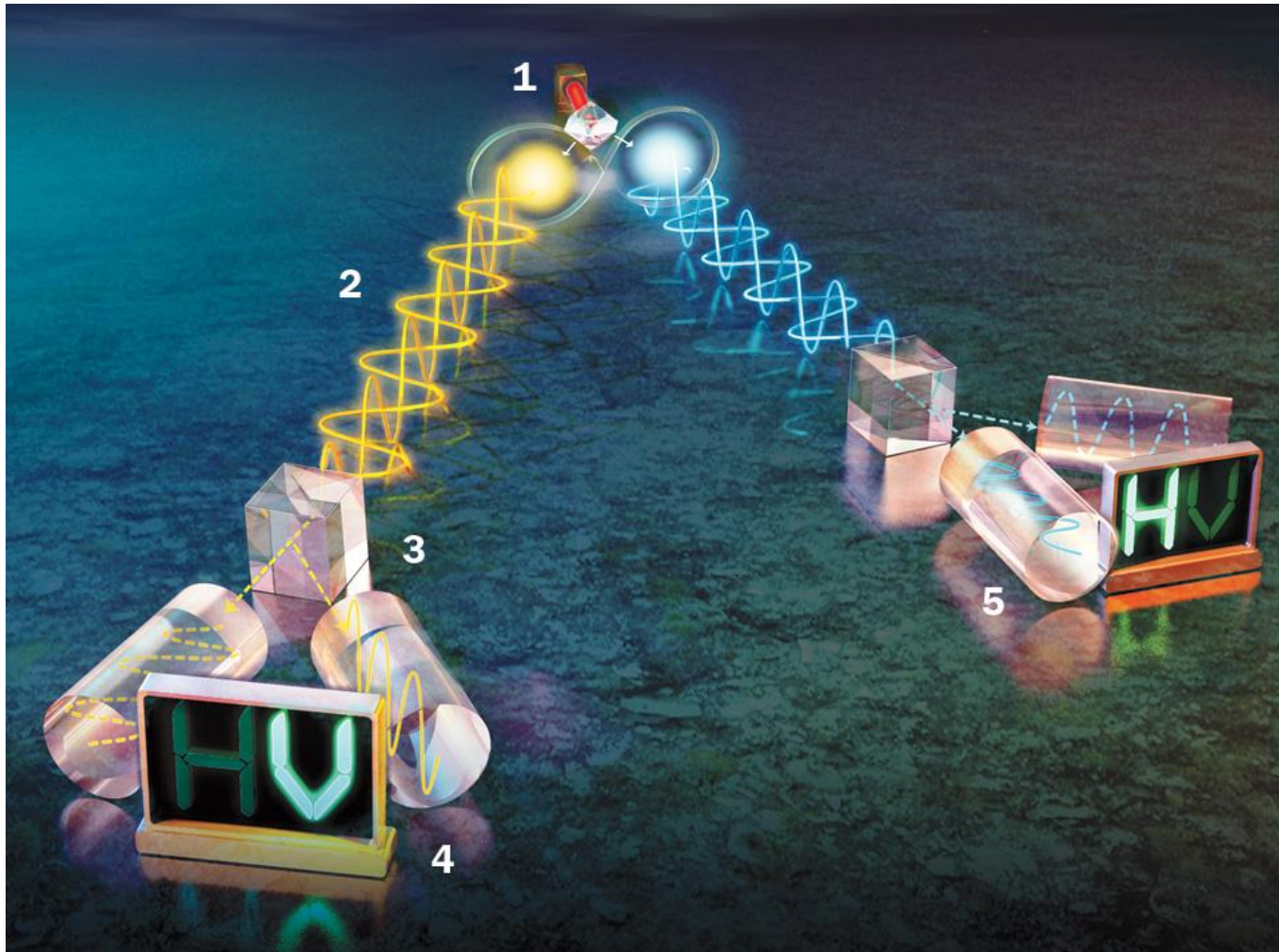
Kas naujo bus, jei imsime daugiau?

Kvantinis supynimas (entanglement)

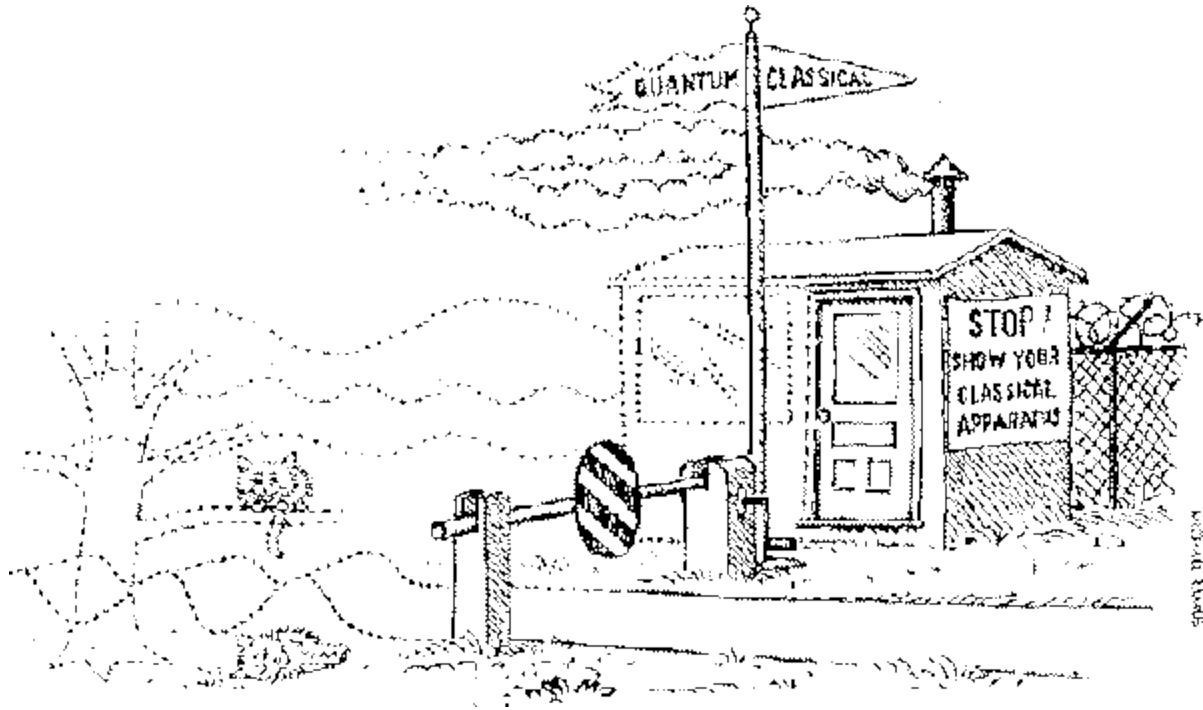
Dvi dalelės: įprasta situacija



Dvi dalelės: kvantinis supynimas



Riba tarp kvantinio ir klasikinio pasaulio

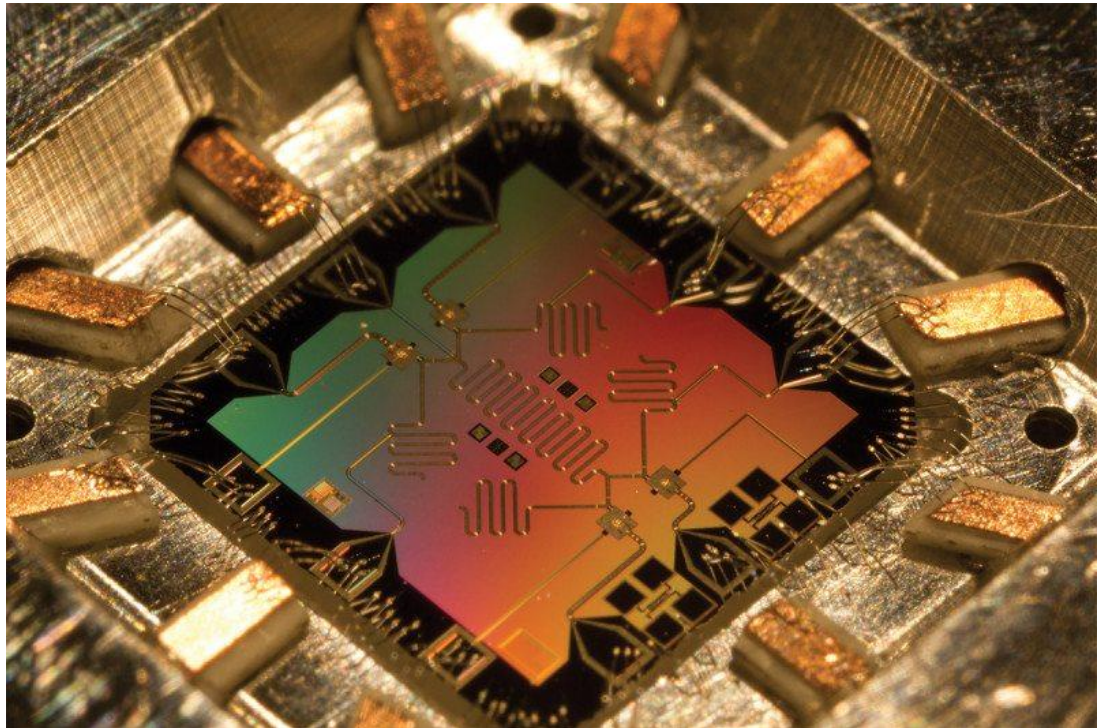


Dekoherencija

Kas yra kvantinis kompiuteris?

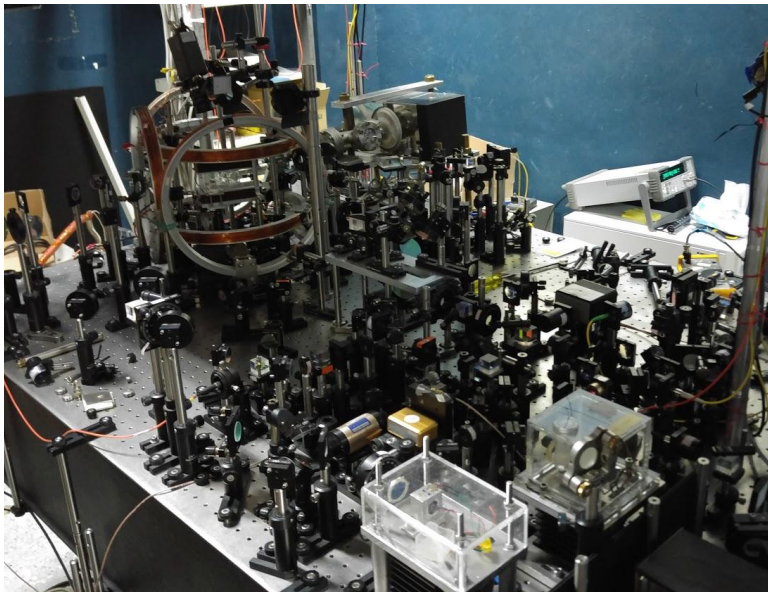
Kas yra kvantinis kompiuteris?

Kvantinis kompiuteris yra kompiuteris informacijos apdorojimui naudojantis **kvantinius reiškinius** tokius kaip superpoziciją ir supynimą

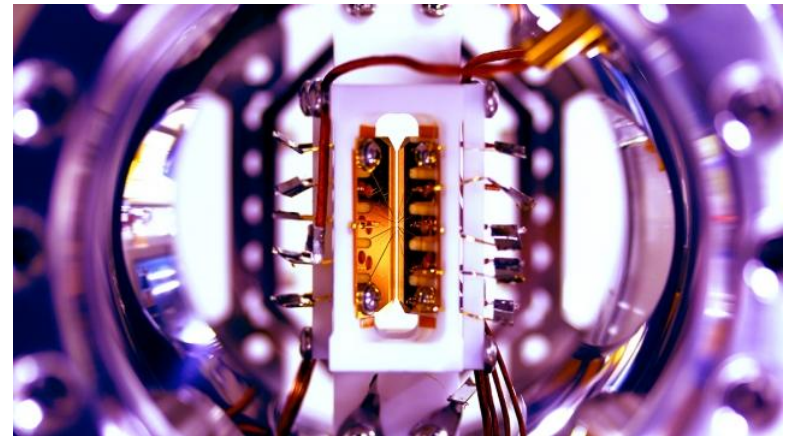


Kvantinių kompiuterių rūšys

Analoginiai

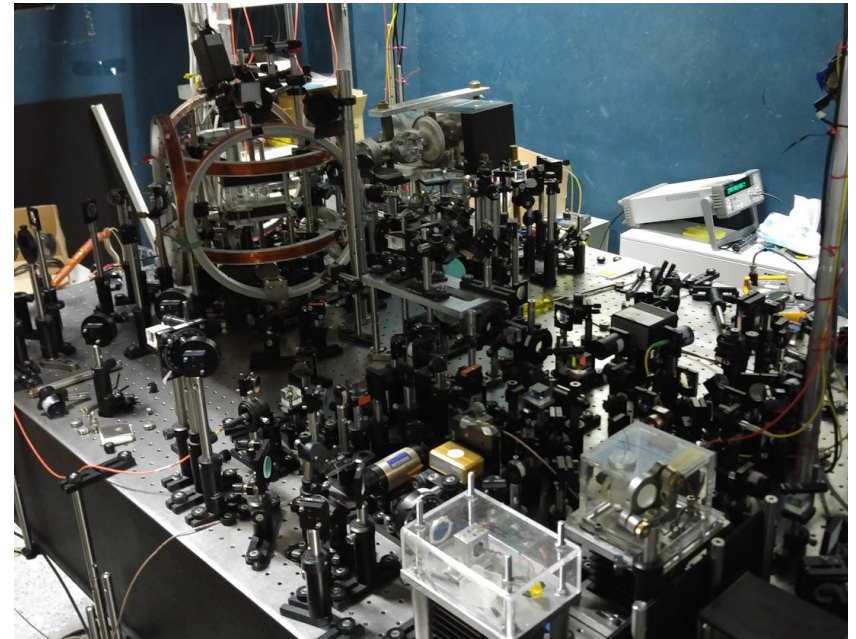
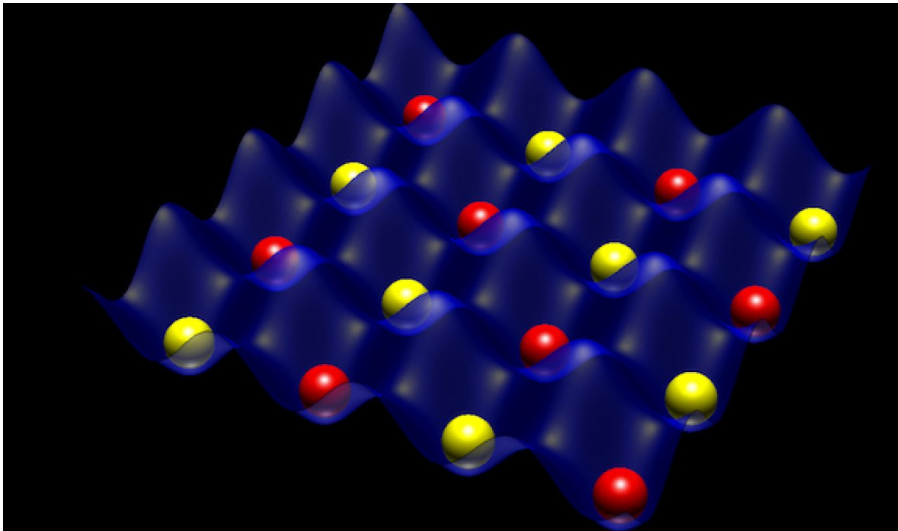


Skaitmeniniai



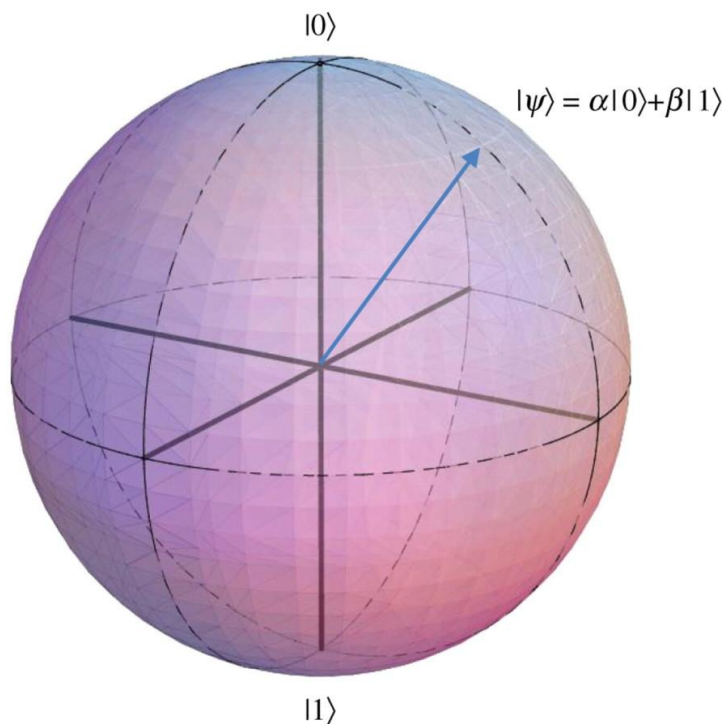
Analoginiai kvantiniai kompiuteriai

- Kvantiniai simuliatoriai
- Bet kokia gerai kontroliuojama kvantinė sistema
- Labai šaltos atomų dujos optinėse gardelėse



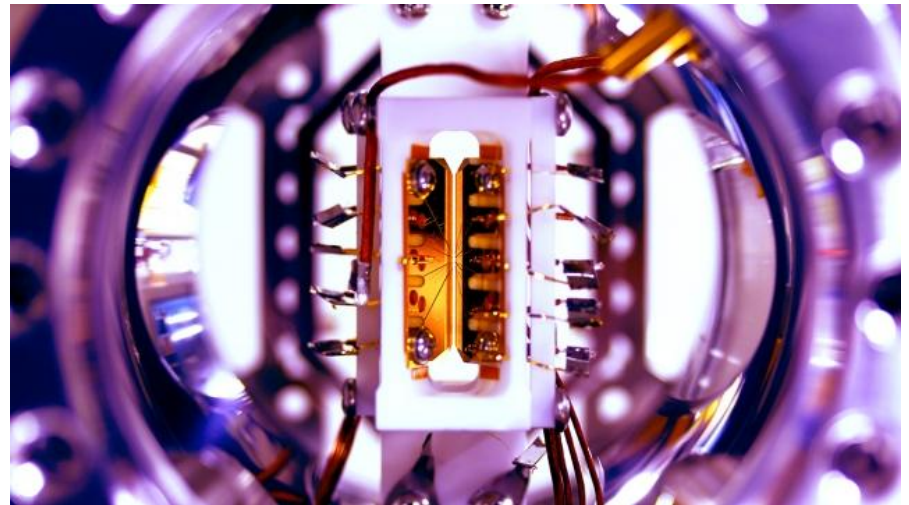
Skaitmeniniai kvantiniai kompiuteriai

- Panašiai kaip įprastame skaitmeniniame kompiuteryje informacija užrašoma bitais, skaitmeninio kvantinio kompiuterio būseną atvaizduojama **qubit'ais** – dviejų būsenų kvantinėmis sistemomis
- Skirtingai nuo bito, qubit'as gali būti dviejų būsenų **superpozicijoje**



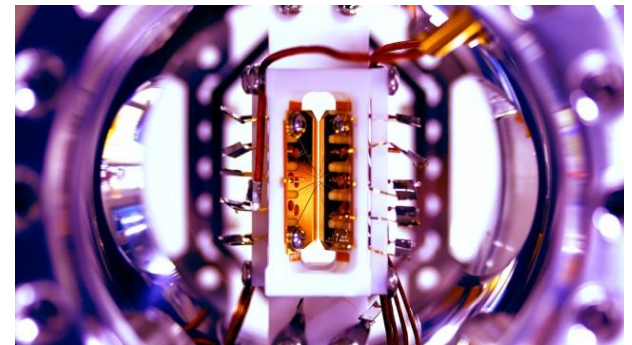
Skaitmeniniai kvantiniai kompiuteriai

- Galimų klaidų tipų yra daugiau negu bitui – ne vien apsisvertimas, bet ir superpozicijos fazės pasikeitimas
- Kaip ir įprastame skaitmeniniame kompiuteryje, klaidas galime **taisyti** įvedę pertekliškumą, vieną qubit'ą atvaiduodami keliais qubit'ais
- Perteklinių qubit'ų klaidų korekcijai reikia daugiau negu perteklinių bitų įprastiniame kompiuteryje



Skaitmeniniai kvantiniai kompiuteriai

- Įprastiniame skaitmeniniame kompiuteryje visas galima operacijas su duomenimis galime užrašyti pasinaudoję keliomis loginėmis operacijomis: NOT, AND, OR
- Kvantiniame skaitmeniniame kompiuteryje taip pat visas galimas operacijas galima išreikšti per dvi:
 - Vieno qubit'o bet kokios superpozicijos sukūrimą
 - Dviejų qubit'ų operaciją, tokią kaip **controlled-NOT** (CNOT)



Klausimai

- Kokia nauda iš kvantinių kompiuterių?
- Kaip programuoti kvantinį kompiuterį?
- Kaip atrodo kvantinis kompiuteris?
- Kas trukdo kvantinio kompiuterio sukūrimui?
- Kokia dabartinė kvantinio kompiuterio kūrimo stadija?
- Kada kvantinis kompiuteris bus sukurtas?

Kokia nauda iš kvantinių kompiuterių?

- Kvantines sistemas **labai sunku** modeliuoti įprastiniais kompiuteriais.
- Pavyzdžiui, jei turime N dalelių, kiekviena iš kurių gali būti dviejų būsenų, tai pilnai sistemos būsenai aprašyti reikia 2^N kompleksinių skaičių
- Jei turime 100 dalelių (pvz, vidutinio dydžio molekulė) tai $2^{100} \sim 10^{30}$
- Sudėtingumas labai sparčiai auga didėjant dalelių skaičiui!
- **Idėja**: naudoti kvantines sistemas kitų sistemų modeliavimui



Pasiekimai

nature International weekly journal of science

[Home](#) | [News & Comment](#) | [Research](#) | [Careers & Jobs](#) | [Current Issue](#) | [Archive](#) | [Audio & Video](#) | [For Authors](#)

[Archive](#) > [Volume 484](#) > [Issue 7395](#) > [Letters](#) > [Article](#)

ARTICLE PREVIEW
[view full access options](#) ▶

NATURE | LETTER  

[日本語要約](#)

Engineered two-dimensional Ising interactions in a trapped-ion quantum simulator with hundreds of spins

[Joseph W. Britton](#), [Brian C. Sawyer](#), [Adam C. Keith](#), [C.-C. Joseph Wang](#), [James K. Freericks](#), [Hermann Uys](#), [Michael J. Biercuk](#) & [John J. Bollinger](#)

[Affiliations](#) | [Contributions](#) | [Corresponding author](#)

Nature **484**, 489–492 (26 April 2012) | doi:10.1038/nature10981
Received 16 November 2011 | Accepted 21 February 2012 | Published online 25 April 2012

Kokia nauda iš kvantinių kompiuterių?

Manoma, kad kvantinis kompiuteris gali būti iš esmės **greitesnis** už įprastinį kompiuterį

Pavzdžiui:

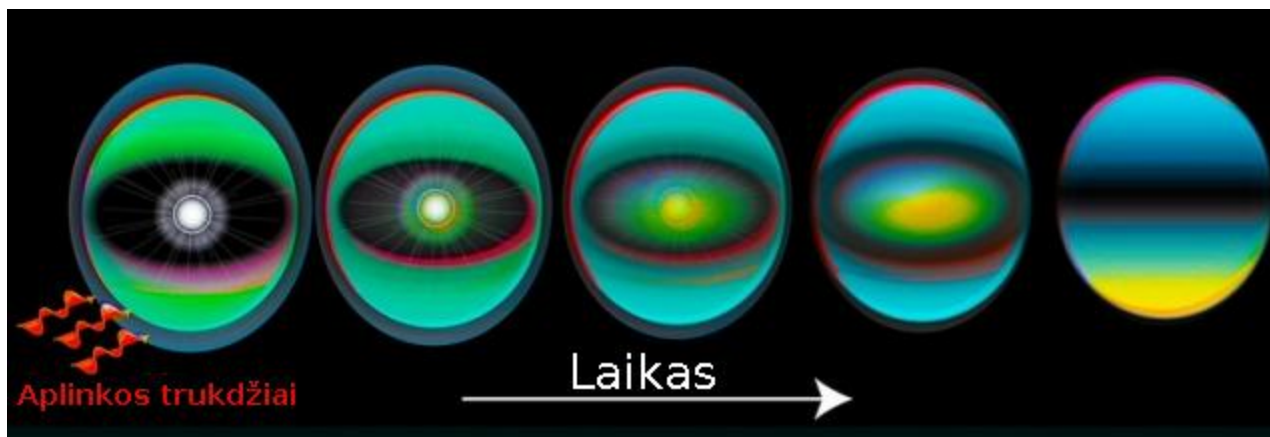
- Shor'o algoritmas kvantiniam kompiuteriui leidžia faktorizuoti sveiką skaičių naudojant žingsnių skaičių didėjantį polinomiškai didėjant skaitmenų skaičiui
- Grover'io algoritmas leidžia atlikti paiešką nerūšiuotoje duomenų bazėje turinčioje N elementų naudojant \sqrt{N} veiksmų (įpratiniam kompiuteriui gali prireikti N veiksmų)

Kaip programuoti kvantinį kompiuterį?

- Nors kvantinis kompiuteris gali atlikti viską, ką gali įpratinis kompiuteris, nėra naudos programuoti kvantinį kompiuterį taip pat, kaip ir įprastinį
- Niekas **nežino**, kaip bendru atveju programuoti kvantinį kompiuterį, kad jis būtų greitesnis už įprastinį!
- Yra surasti tik atskiri algoritmai (pvz: Shor'o algortimas, Grover'io algortimas)

Kas trukdo kvantinio kompiuterio sukūrimui?

Dekoherencija!



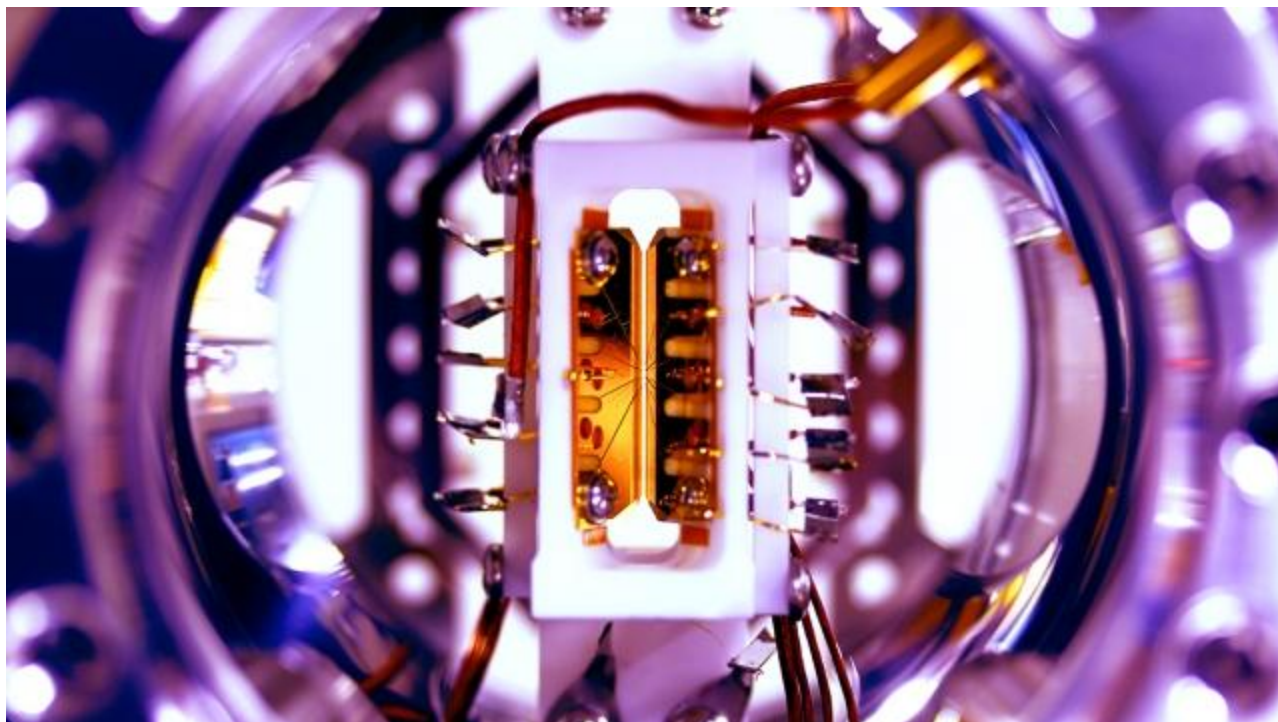
Kaip atrodo kvantinis kompiuteris?

Niekas **nežino**, kaip atrodys ateityje

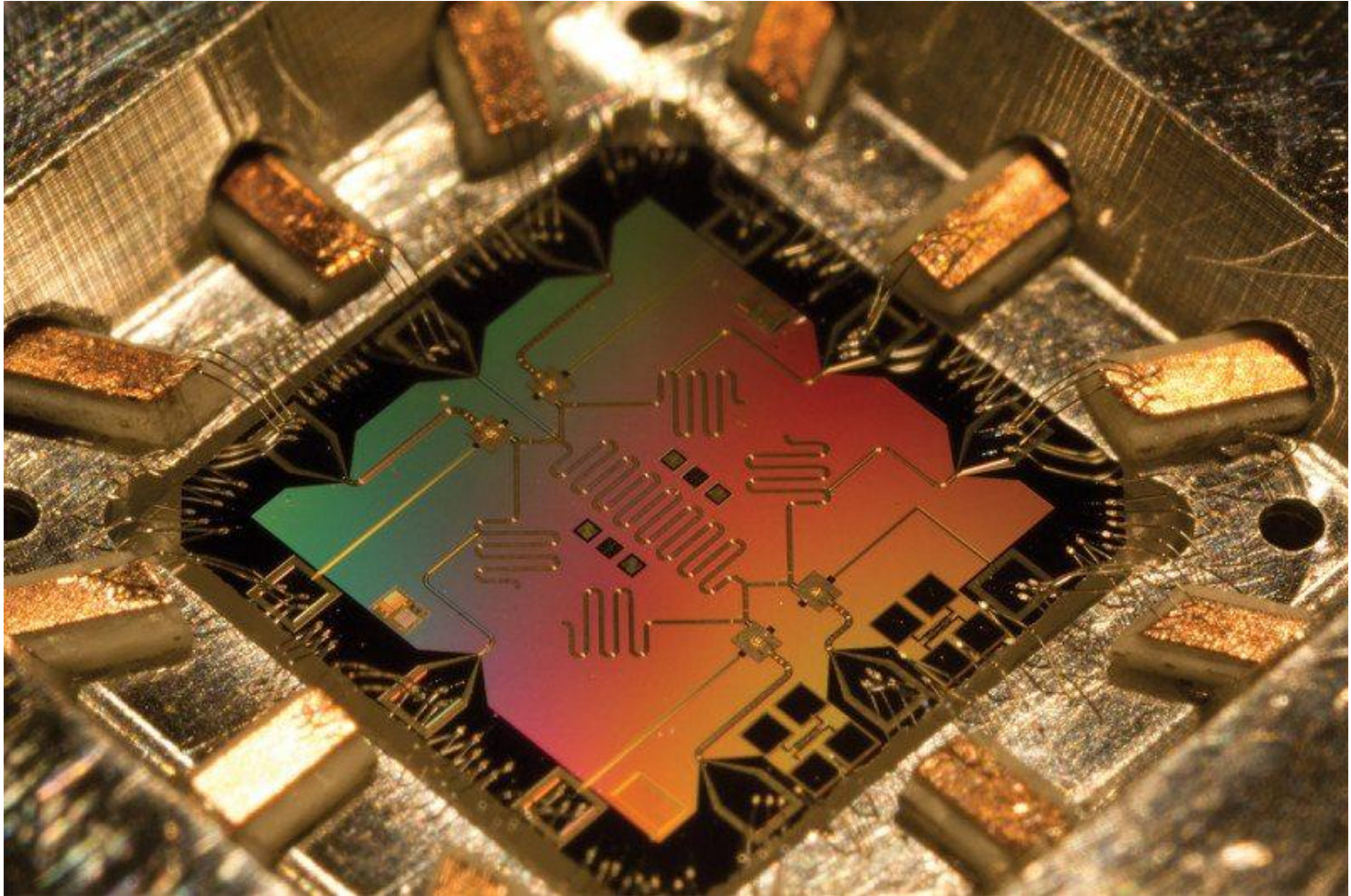
Šiuo metu daugiausiai pasiekta naudojant:

- Jonų gaudykles
- Superlaidininkus
- Kvantinius taškus

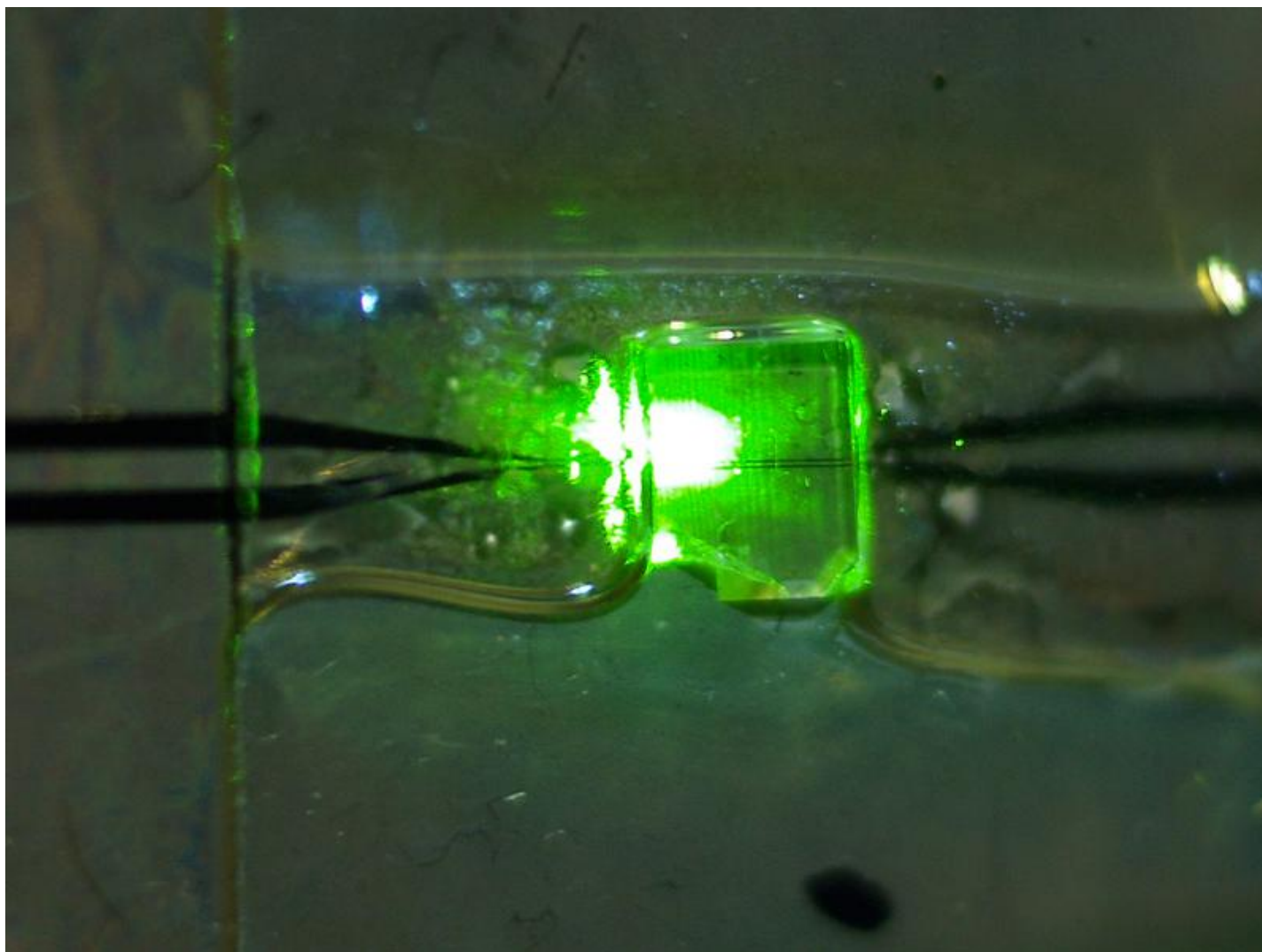
Jonų gaudyklės kvantinis kompiuteris



Superlaidininkų kvantinis kompiuteris



Priemaišos deimante



Pabaigai

- Kvantiniai kompiuteriai ne pakeis, bet papildys įprastinius kompiuterius
- Kvantiniai kompiuteriai galės žymiai pagreitinti sudėtingas fizikines ir chemines simuliacijas, padės spręsti optimizacijos uždavinius
- Tačiau jų sukūrimo dar teks gerokai palaukti

<https://plus.google.com/+quantumailab>

Ačiū už dėmesį!