

Kvantové počítání

Ing. Václav Potoček

Katedra fyziky FJFI ČVUT

Osnova

- Lehký úvod
- Historie
- Kvantové zvláštnosti
- Využití pro počítání
- Konkrétní ukázky

Úvod do problematiky

- Stroje provádějící výpočty: počítače, kalkulačky, telefony, automobily, ...
- Počítač pod mikroskopem: obvody sestavené z polovodičových součástek

Úvod do problematiky

- Základní prvek řízení i výpočtů:
rozhodování
- Vstupní údaje → dvojková soustava
(číslice 0 a 1)
 - 1: proud teče
 - 0: proud neteče
- Výstup: opět nuly a jedničky
 - Otevřít či zavřít proud?

Úvod do problematiky

- Příklad: problém sčítání dvou čísel
 - Ve dvojkové soustavě je vstup i výstup posloupnost nul a jedniček
 - Základní matematické operace: tzv. logická hradla.
- Využití **fyziky** k provedení výpočtu

Úvod do problematiky

- Využití počítačů k fyzikálním výpočtům
- Kvantová fyzika: mnohem složitější rovnice
- Modelování kvantového světa:
důležité, ale příliš složité i pro počítač!

Myšlenka: založit počítač
na kvantové fyzice

Historie

- 19. století: mechanické počítací stroje
- Začátek 20. století: analogové počítače
- 1939: první elektronický digitální počítač
- 1947: objev tranzistoru
- 1960: integrované obvody
- 1981: první myšlenka kvantového počítače
- 2001: první realizace v laboratoři

Vlastnosti kvantové fyziky

- Známá, “klasická” fyzika přestává fungovat na příliš malých rozměrech
- Kvantová fyzika: nejpřesnější známý popis fungování světa
- Řídí chování molekul, světla, ...

Vlastnosti kvantové fyziky

- Zákony kvantové fyziky: jiné a mnohem složitější než u klasické fyziky
- Přestávají fungovat základní představy:
 - Poloha částic
 - Okamžitý stav
 - Determinismus

Vlastnosti kvantové fyziky

- Modelování rovnic kvantové fyziky: složité pro lidi i pro počítače
- Soustavu velkého počtu částic není v našich silách popsat
- Kvantový počítač by to dovedl

Zvláštnosti kvantové fyziky

- Částice hmoty se mohou vyskytovat v různých stavech a místech **současně**
- Pokus **nelze sledovat** – měření kazí jeho chování
- Částice, které se jednou setkají, nelze dále popisovat nezávisle

Využití pro výpočty

- Zvláštností kvantové fyziky můžeme využít pro vylepšení modelu počítače:
 - Procházet různé možnosti (např. různá rozhodnutí) současně a ve stejné jednotce
 - Nové možnosti zpracování informace
- Výsledek: zcela nový druh algoritmů, které předčí klasický počítač

Využití pro výpočty

- Příklad výhod kvantových počítačů:
 - Hledáme vlastníka telefonního čísla ve Zlatých stránkách s 1 000 000 záznamy
 - **Libovolný** klasický počítač: musí vyzkoušet průměrně 500 000 “dotazů”
 - Kvantový počítač: prochází seznam jiným způsobem, odpoví správně již po **1 000** pokusech!

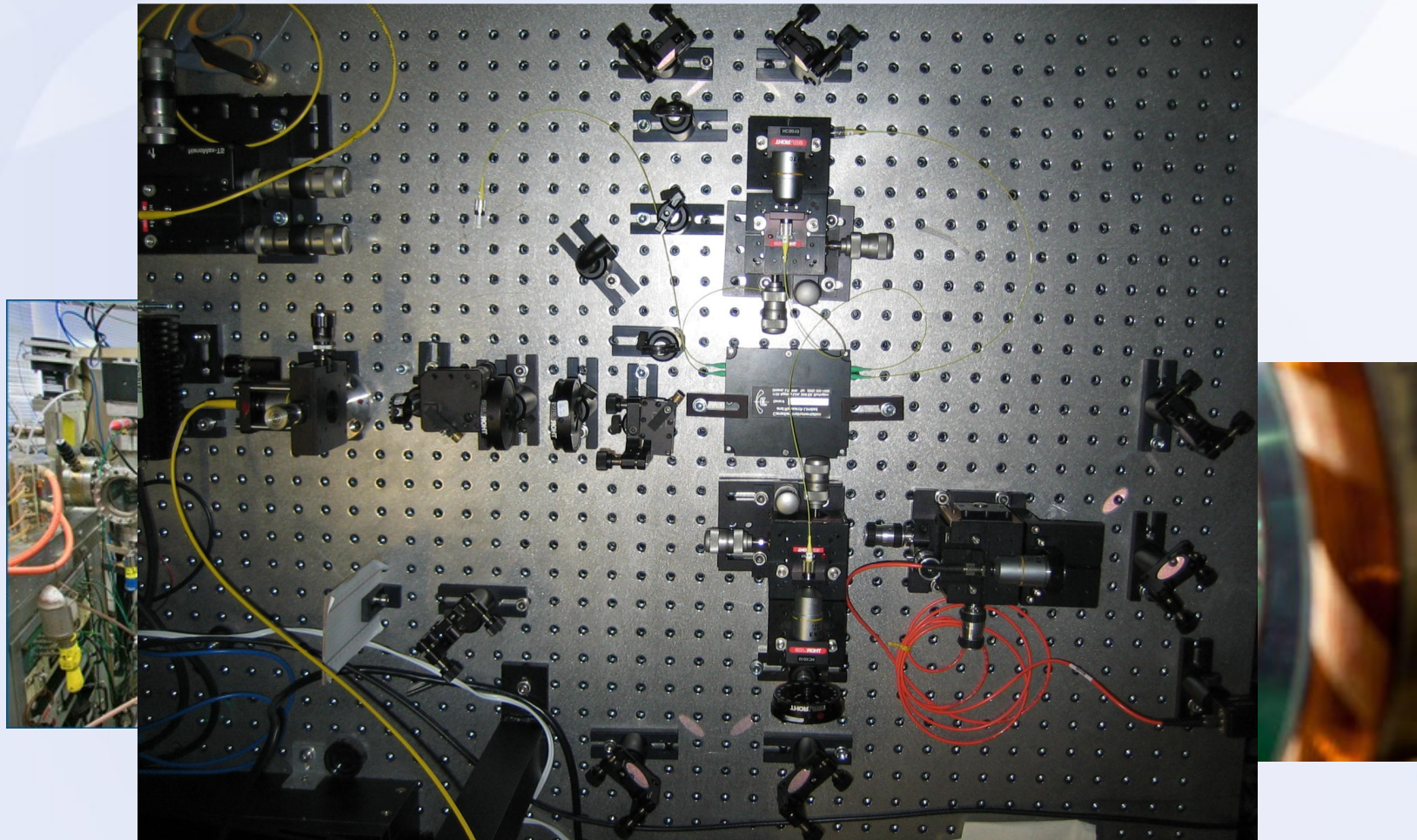
Současný stav výzkumu

- Kvantový počítač zatím **neexistuje**
- **Existují** ale jednoúčelové funkční vzory
- Úspěšné realizace nejznámějších kvantových algoritmů

Současný stav výzkumu

- Jak by mohl kvantový počítač vypadat?
 - Atomy zachycené v prostoru + LASER
 - Nukleární magnetická rezonance (NMR)
 - Supravodivé obvody
 - Světlo
- Ve **všech** těchto oblastech slibné výsledky.
- Poslední možnost: předmětem výzkumu i na FJFI

Současný stav výzkumu



Závěr

- Známé odpovědi
 - Rozumíme kvantovému počítači?
 - Dovedeme jej sestavit?
 - Máme pro něj využití?
- Otevřené otázky:
 - Kde všude nám může pomoci?
 - Jak překonat současné překážky?

Stojíme na úpatí éry kvantových počítačů?