

HIDEG ATOMOK

AZ ATOMOKTÓL A CSILLAGOKIG

DOMOKOS PÉTER

MTA Szilárdtestfizikai és Optikai Kutatóintézete

2008. február 28.

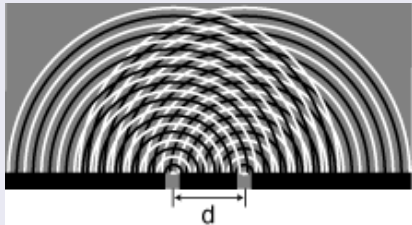
- XIX.-XX. század fordulója, „tudományos forradalom”, kvantumelmélet megszületése
- kísérleti tapasztalatok magyarázata (feketetest-sugárzás spektruma, fotoeffektus, vonalas színekép)
- anyag további alapvető tulajdonságainak megjósolása.
Példák:
 - 1 Pauli: spin (1924, 1927) és a kizárási elv (fermionok és bozonok),
 - 2 Dirac: antianyag, stb.
- alkalmazások: anyag szerkezetének feltárása, elektrondiffrakció (Davisson és Germer 1927), maghasadás
- **Mesterséges kvantumvilág?**

Kvantuminterferencia

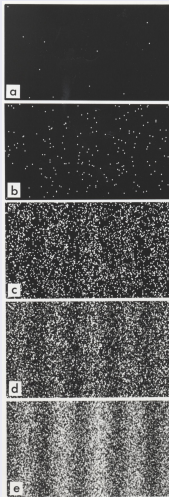
de Broglie-féle anyaghullámok

$$\lambda = \frac{h}{mv} \quad h : \text{Planck állandó}$$

Kétréses interferencia



Interferencia elektronokkal



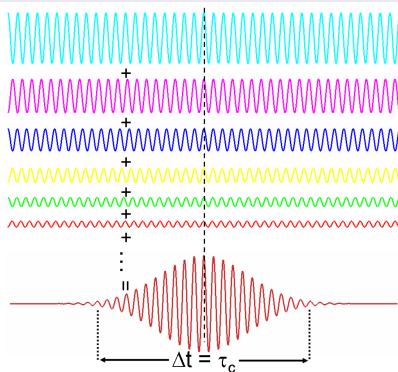
Reálisabb kép a részecskéről

de Broglie-féle anyaghullámok

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

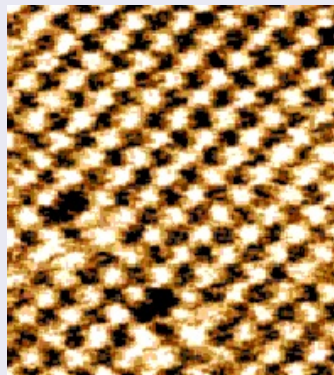
MOV:
hullámcsomag-interferencia

Hullámcsomag



„There's Plenty of Room at the Bottom”

Sókristály felülete



Semleges atomokkal érdemes foglalkozni.

Hőmérséklet

- Definíció: Anyagot alkotó atomok és molekulák rendezetlen mozgásának mértéke
- XIX. sz. végén formálódó atomelmélet (Boltzmann) : hő = atomok véletlenszerű mozgása (termikus mozgás)
- hullám mérete $\frac{1}{2}mv^2 = k_B T$, ahol k_B a Boltzmann állandó

Kelvin skála

- $300\text{K} \sim 300 - 1000\text{m/s}$
- 273K (víz), 77K (N), $4\text{K} \leftrightarrow 90\text{m/s}$ (He)
- hullámcsomag mérete $\approx 1\text{nm}$

túl kicsi

Hűtés?

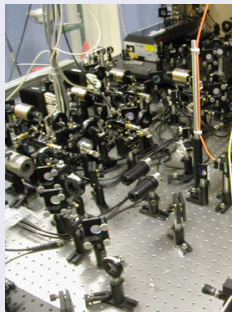
- atomoptika, spektroszkópia
- melegíteni könnyű (fűró), hűteni nehéz
- hűtés fénnel?
- Nap melegít
- tipikus lézeralkalmazások: ipari megmunkálás, orvosi lézerek (pl. szemműtét) → mind fűt (éget)

Hűtés lézerrel

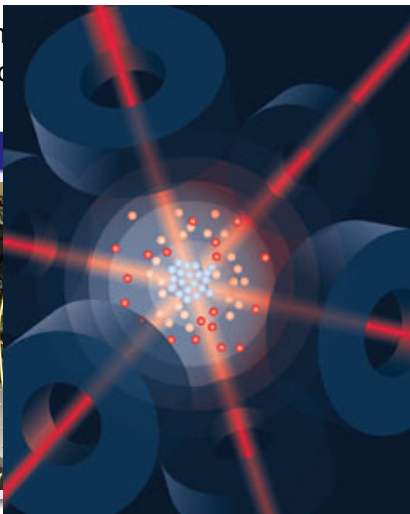
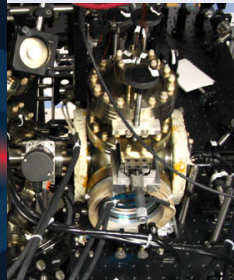
szükséges:

- 1 lézer hullám
- 2 izolált atom

Optikai asztal

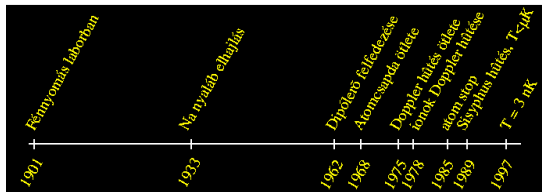


Lázer

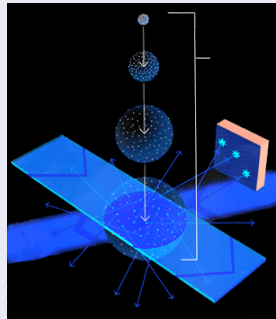


MOV: Mágneses-optikai csapda

Lézeres hűtés története

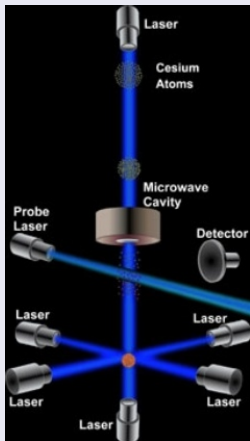


Hőmérséklet mérése



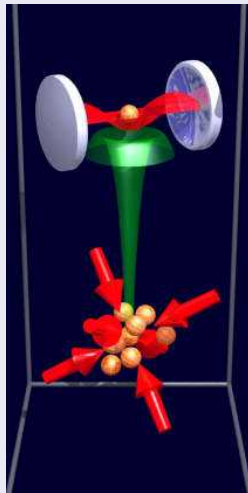
Hideg atomok

Atomóra

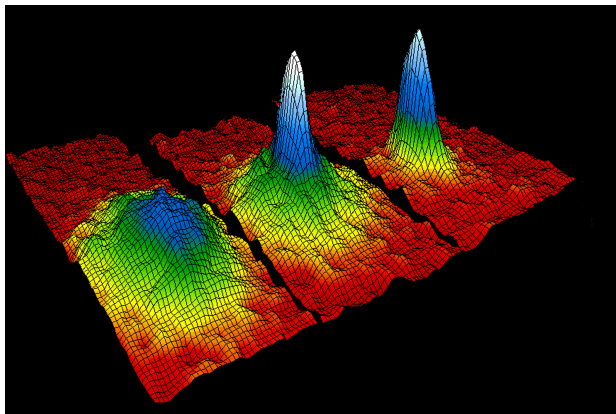


MOV: trajektória

LEGO: egyetlen atom kiválasztása

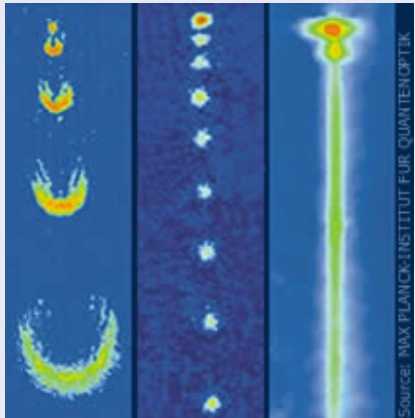


Ultrahideg atomok



Atomhullám-forrás

Atomlézer



Interferencia



Kvantummechanika és a hőmérséklet fogalmának összekapcsolása

atomhullám, hullámhossz és a csomag kiterjedése

Koherens fényforrás (**LÉZER**, 1960-tól)

Sok foton azonos impulzussal

⇒ atomok manipulálása (lézeres hűtés és csapdázás)

Szép jövő

Eszközeinket belülről kifelé építhetjük, minimális anyagfelhasználással