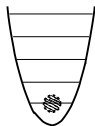
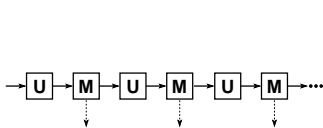


Elméletek és Kísérletek a Kvantummechanika Határán

Diósi Lajos

MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont
Támogatók: OTKA, EU COST

2012. május 9.



$$\Psi(\mathbf{x}) = \cancel{\text{M}} \quad \cancel{\text{M}}$$

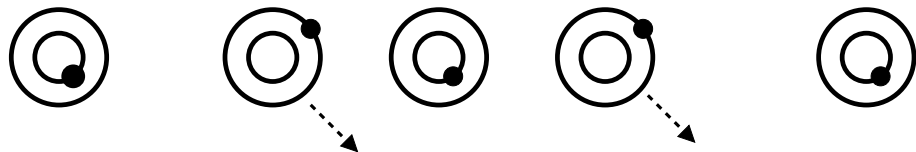
The equation shows the wave function $\Psi(\mathbf{x})$ followed by two circular regions containing the letter 'M'. Each region is crossed out with a red diagonal line.

Határok bővülése a kezdetektől máig

- sugárzás spektruma
- atom, molekula
- elektron
- kondenzált anyag
- elektrodinamika
- atommag
- elemi részek
- gravitáció ?
- kozmosz ?
- információ ?
- élő anyag ?
- emberi tudat ?

Sokáig a határon túl: az egyedi kvantumrendszer

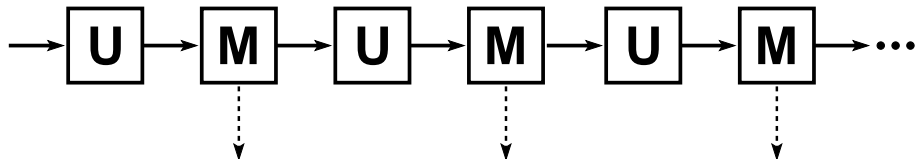
Az első 70-80 évben azonosan preparált mikrorendszerek statisztikus sokaságán igazoltuk a kvantumelméletet. Soha nem figyelhettük *ugyanazt* az atomot gerjesztődni és bomlani, újra gerjesztődni és bomlani, s.í.t.:



70-80 év után: egyedi ion/atom/foton/elektron kezelhető lesz.

- Egyenkénti foton-forrás (v.ö. Jánossy 1957)
- Ion-csapda
- Atom-csapda
- E.M. üreg
- Kvantum pötty

Egyedi Schrödinger részecske monitorozása: elmélet



Időben folytonos határesetben Stochasztikus Schrödinger egyenlet (D. 1988):

$$\frac{d\Psi_t(\mathbf{x})}{dt} = \frac{i\hbar}{2m}\Psi_t''(\mathbf{x}) - \frac{g}{8}(\mathbf{x} - \langle\mathbf{x}\rangle_t)^2\Psi_t(\mathbf{x}) - \frac{g}{2}(\mathbf{x} - \langle\mathbf{x}\rangle_t)\Psi_t(\mathbf{x})\mathbf{w}_t$$

... és egy csatolt egyenlet a mért pozícióra:

$$\mathbf{x}_t = \langle\mathbf{x}\rangle_t + \sqrt{g}\mathbf{w}_t$$

Egyszerű következmény, dekoherencia két pont között:

$$t_{\text{decoh}} = \frac{4/g}{(\mathbf{x}_1 - \mathbf{x}_2)^2}$$

DP dekoherencia kritérium

Emlékezzünk, folytonos koordinátamérés dekoherál x_1 , x_2 között:

$$t_{\text{decoh}} = \frac{4/g}{(x_1 - x_2)^2} \quad (g : \text{folytonos mérés erőssége})$$

Hipotézis: dekoherencia két tömegeloszlás között (D. 1986, Penrose 1994):

$$t_{\text{decoh}}^{\text{DP}} = \frac{\hbar}{2U_{12} - U_{11} - U_{22}} \quad (U_{ij} : \text{Newton k.h. energia})$$

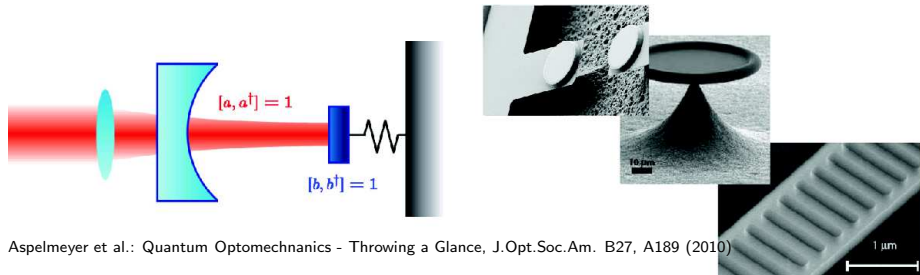
Kísérleti ellenőrzés: masszív test kvantumozás monitorozása

Alternatív, „macskát” tiltó modellek:

- Károlyházi-Frenkel-Lukács
- Ghirardi-Rimini-Weber
- Geszti

Masszív test monitorozása (hűtés!)

- Rezgő mikro-tükör (Leiden)
- Lebegtetett mikro-dielektrikum (Bécs-Garching)
- Ugyanaz, űrben (Bécs-Garching-Pasadena)
- Szilícium mikro-rezonátor (Garching-Pasadena)



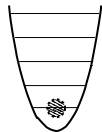
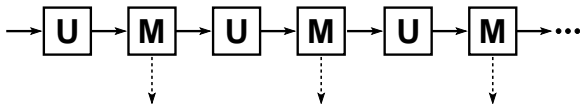
Aspelmeyer et al.: Quantum Optomechanics - Throwing a Glance, J.Opt.Soc.Am. B27, A189 (2010)

Jelenleg: 10^{-12} g-1g, kHz-GHz, mK — de μ K kellhet!

[Itthon: csapdázott atom elmélet (Domokos), kísérlet (Sörlei)]

Összefoglalás

A kvantumelmélet első 70-80 éve után vált lehetővé egyedi kvantumrendszer monitorozása és vezérlése. Korábban kísérlet nem lehetett, elmélet sem volt kidolgozva.



A kvantumelmélet kísérleti igazolása masszív testek mozgására alig 15 éve kezdődhetett el, az egyedi kvantumrendszerek elméleti/kísérleti eredményire támaszkodva.

Vajon sérül-e a masszív testek kvantummechanikája? Makroszkopikus szuperpozíciók — macskák — lebomlásának kísérleti vizsgálata öt-tíz éven belül hozhat eredményt.

$$\Psi(\mathbf{x}) = \cancel{\text{III}} \text{---} \cancel{\text{III}}$$