

NTMF036

INTERPRETACE KVANTOVÉ MECHANIKY

Kvantová dekoherence

Pavel Krtouš

Lokalita měření

- ⊙ Proces měření v jedné části není měřitelný
přístroji pouze v druhé části

$$\hat{D}_{\text{red}_\sigma} \Big|_{\mathcal{S}} = \hat{D} \Big|_{\mathcal{S}}$$

Záznam o měření

- ⊙ korelaci systému s s jiným systémem z (záznamníkem)
 - hodnoty vlastnosti na s korelují s hodnotami vlastnosti na z

$$|\text{korel}\rangle = \sum_m \alpha_m |s:m\rangle |z:m\rangle$$

Záznam o měření

- ⊙ korelaci systému s s jiným systémem z (záznamníkem)
 - hodnoty vlastnosti na s korelují s hodnotami vlastnosti na z

$$|\text{korel}\rangle = \sum_m \alpha_m |s:m\rangle |z:m\rangle$$

- ⊙ pokud máme přístup pouze k systému s
 - ⇒ nezáleží, zda si někdo záznamník z přečte
 - ⇒ lze efektivně předpokládat, že záznamník z byl změřen
 - ⇒ systém s se chová, jako by byl efektivně změřen

$$\hat{D} \Big|_s = \hat{D}_{\text{red}_z} \Big|_s = \hat{D}_s \text{red}$$

Dekoherence

- ⊙ makroskopické systémy mají ,automatický záznam‘ v okolí \mathcal{O}
 - hodnoty vlastnosti na \mathcal{S} se postupně zaznamenávají v okolí \mathcal{O}

$$|\text{korel } t\rangle = \sum_m |s: m\rangle |\mathcal{O}: m t\rangle$$

- pokud stavy $|\mathcal{O}: m t\rangle$ rozlišují hodnoty m , jedná se o záznam

$$\langle \mathcal{O}: m | \mathcal{O}: n \rangle \approx 0 \text{ pro } m \neq n$$

Dekoherence

- ⊙ makroskopické systémy mají ,automatický záznam‘ v okolí \mathcal{O}
 - hodnoty vlastnosti na \mathcal{S} se postupně zaznamenávají v okolí \mathcal{O}

$$|\text{korel } t\rangle = \sum_m |s:m\rangle |\mathcal{O}:m t\rangle$$

- pokud stavy $|\mathcal{O}:m t\rangle$ rozlišují hodnoty m , jedná se o záznam

$$\langle \mathcal{O}:m | \mathcal{O}:n \rangle \approx 0 \text{ pro } m \neq n$$

- ⊙ restrikce na systém se se zlepšováním záznamu blíží k redukovanému stavu

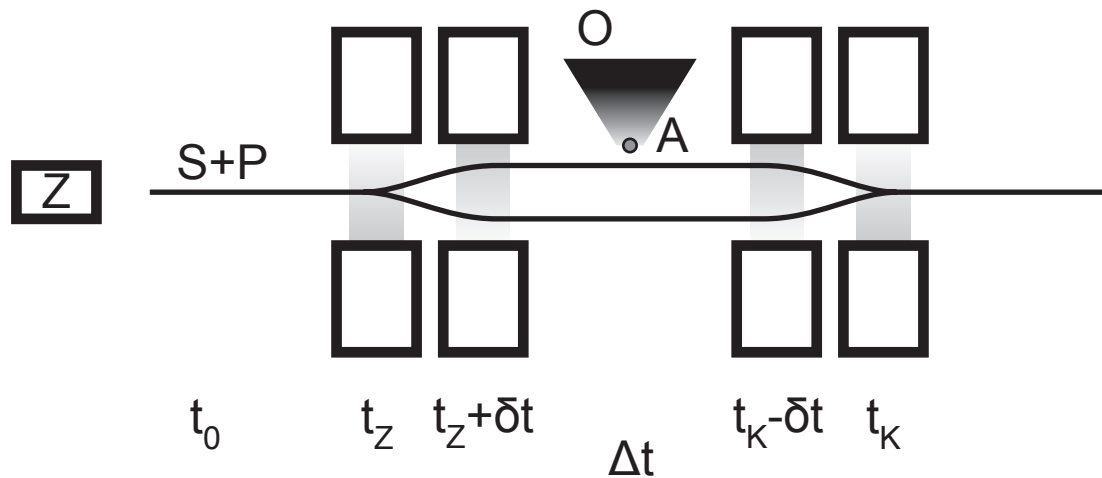
$$\hat{D}(t) \Big|_{\mathcal{S}} \xrightarrow{t} \hat{D}_{\text{red}}$$

(diagonalizace $\hat{D}(t)|_{\mathcal{S}}$ bázi $|s:m\rangle$)

proces dekoherence

Stern-Gerlach experiment

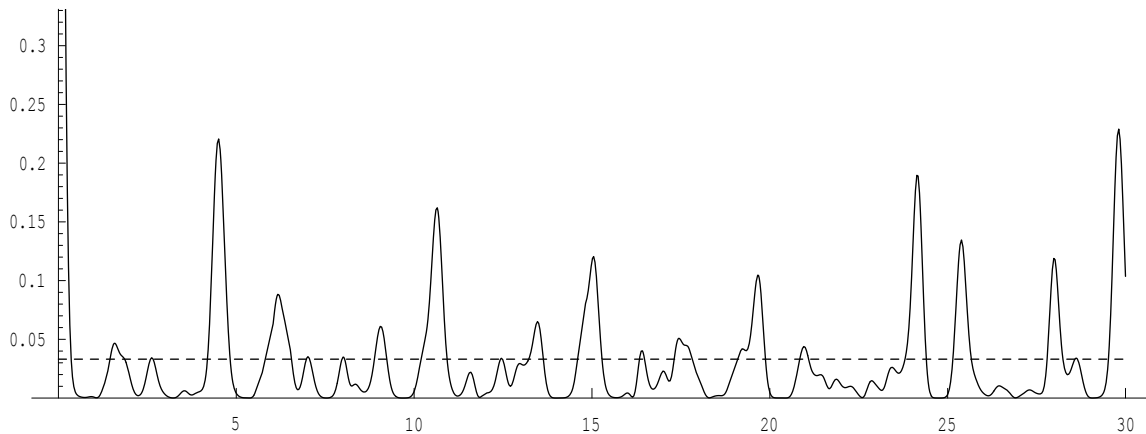
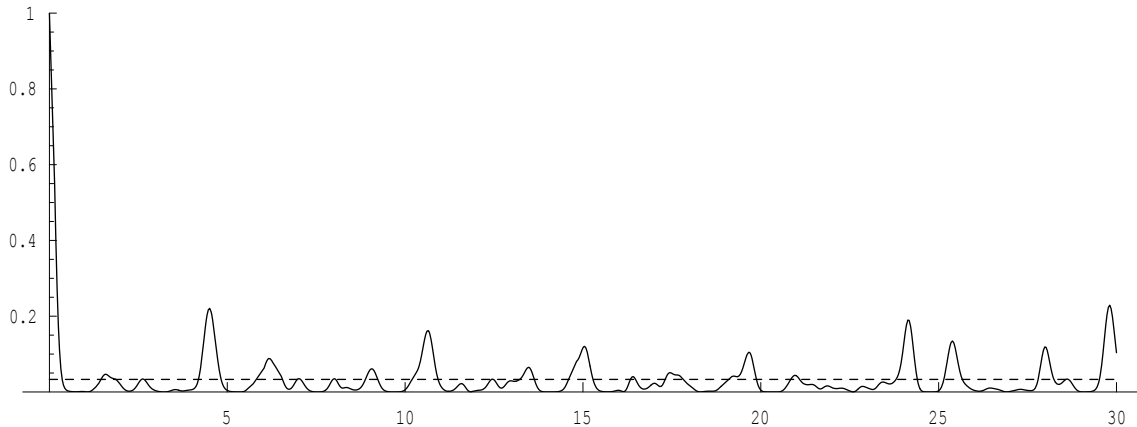
W. H. Zurek, Phys. Rev. D26, 1862 (1982)



Závislost $|z(t)|^2$ - charakteristika dekoherence

$N = 10$

- velikost okolí

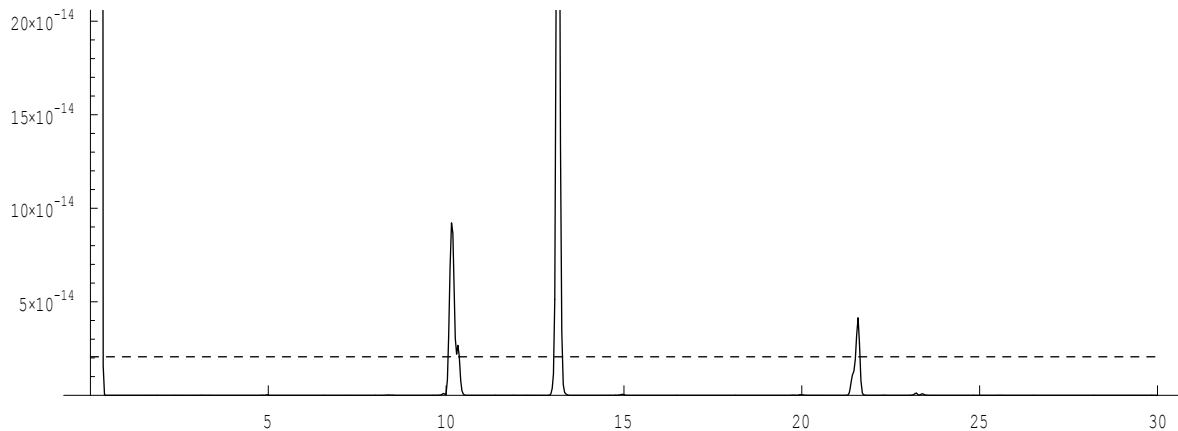
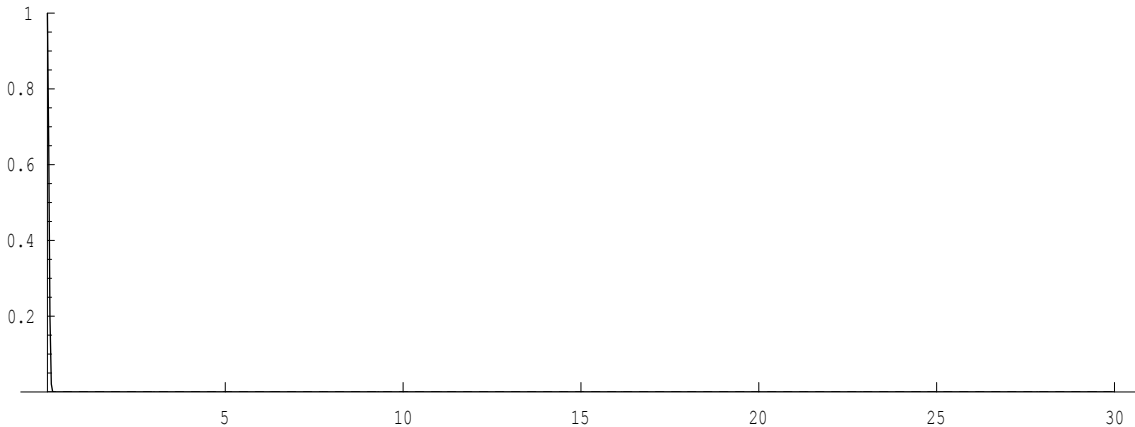


založeno na článku: W. H. Zurek, Phys Rev. D26, 1862 (1982)

Závislost $|z(t)|^2$ - charakteristika dekoherence

$N = 100$

- velikost okolí



založeno na článku: W. H. Zurek, Phys Rev. D26, 1862 (1982)

Dekoherence

- ⊙ makroskopické okolí \mathcal{O} nemáme pod kontrolou
 - neumíme měřit pozorovatelné na \mathcal{O} s kvantovou přesností
 - nemáme přístup k pozorovatelným měřícím superpozici záznamů
- ⊙ vytvoření záznamu v okolí efektivně provede redukci na systému \mathcal{S}
 - nezáleží, zde v řetězci systém–pozorovatel někdo způsobí kolaps
 - záznam v okolí \Rightarrow systém a přístroje se chovají, jako by došlo ke kolapsu

efektivní redukce

Rychlost dekoherence

⊙ Charakteristický čas dekoherence polohy

$$\hat{D}_{\text{decoh}}(x_1|x_2; t) \approx \hat{D}_{\text{volné}}(x_1|x_2) \exp(-\Lambda \Delta x^2 t)$$

příčina dekoherence	velikost dekoherujícího objektu		
	10^{-5} m	10^{-7} m	10^{-8} m
reliktní záření	10^{-6} s	10^6 s	10^{12} s
zář. pokojové teploty	10^{-24} s	10^{-12} s	10^{-6} s
vzduch	10^{-36} s	10^{-32} s	10^{-30} s
laboratorní vakuum	10^{-23} s	10^{-19} s	10^{-17} s

charakteristický čas dekoherence $\tau = \frac{1}{\Lambda \Delta x^2}$ na vzdálenosti $\Delta x \approx 1$ cm

Joos E., Zeh H.D.: *The Emergence of Classical Properties Through Interaction with the Environment*, Cond. Matt. 59 (1985) 223