NTMF036

INTERPRETACE KVANTOVÉ MECHANIKY

Shrnutí 13. přednášky

Pavel Krtouš

Kvantová nerozlišitelnost

- kvantová rozlišitelnost rozhoduje, které pravidlo použít:
  $\boldsymbol{H_1}, \boldsymbol{H_2}$ disjunktní – skládat pravděpodobnost či amplitudy?
  1. **pravděpodobnosti kvantově odlišitelných jevů se sčítají**

     $\boldsymbol{P(H_1 \cup H_2) = P(H_1) + P(H_2)}$ $\boldsymbol{H_1, H_2}$ kvantově odlišitelné
  3. **amplitudy kvantově neodlišitelných jevů se sčítají**

     $\boldsymbol{A(H_1 \cup H_2) = A(H_1) + A(H_2)}$ $\boldsymbol{H_1, H_2}$ kvantově nerozlišitelné

- pro kvantově nerozlišitelné alternativy neplatí skládání pravděpodobností

Dekoherenční funkcionál

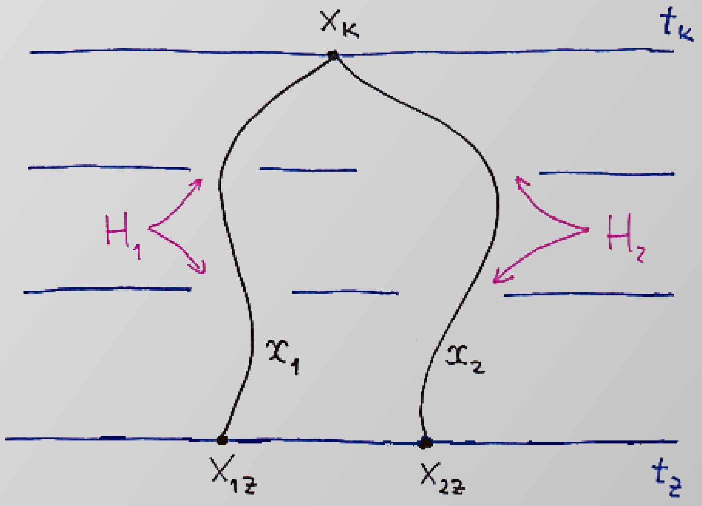
- funkce na dvojici historií splňující
  - obor hodnot $$D(\boldsymbol{H}_1|\boldsymbol{H}_2) \in \mathbb{C}$$
  - aditivita pro $\boldsymbol{H}_1 \cap \boldsymbol{H}_2 = \emptyset$ $$D(\boldsymbol{H}_1 \cup \boldsymbol{H}_2|\boldsymbol{H}) = D(\boldsymbol{H}_1|\boldsymbol{H}) + D(\boldsymbol{H}_2|\boldsymbol{H})$$
  - hermiticita $$D(\boldsymbol{H}_1|\boldsymbol{H}_2) = D(\boldsymbol{H}_2|\boldsymbol{H}_1)^*$$
  - positivita $$D(\boldsymbol{H}|\boldsymbol{H}) \geq 0$$
  - normalizovanost (**1** – úplná historie) $$D(\boldsymbol{1}|\boldsymbol{1}) = 1$$

- zobecnění pojmu amplitudy
  zhruba řečeno: $D(\boldsymbol{H}_1|\boldsymbol{H}_2) = A(\boldsymbol{H}_1)^* A(\boldsymbol{H}_2)$

Dekoherenční funkcionál

- zobecnění pojmu amplitudy

  zhruba řečeno: $D(\boldsymbol{H}_1|\boldsymbol{H}_2) = A(\boldsymbol{H}_1)^* A(\boldsymbol{H}_2)$



- Feynmanovská formulace

$$D(\boldsymbol{H}_1|\boldsymbol{H}_2) = \iint\limits_{\substack{x_1 \in \boldsymbol{H}_1 \\ x_2 \in \boldsymbol{H}_2 \\ x_{1k} = x_{2k}}} \exp\left(-\frac{i}{\hbar} S(x_1) + \frac{i}{\hbar} S(x_2)\right) \rho_{\text{poč}}\,(x_{1z}|x_{2z})\ \mathcal{D}x_1 \mathcal{D}x_2$$

Dekoherenční funkcionál

- historie = sekvence výsledků měření
  - projektory na příslušné výsledky $\hat{P}_1, \hat{P}_2, \hat{P}_3, \dots$
  - operátor třídy $\hat{C}_{\boldsymbol{H}} = \hat{P}_n \dots \hat{P}_2 \hat{P}_1$
- Wignerova formule

$$p(\boldsymbol{H}) = \mathrm{Tr}\left(\hat{C}_{\boldsymbol{H}}\, \hat{D}_{\text{poč}}\, \hat{C}_{\boldsymbol{H}}^{\dagger}\right)$$

- Dekoherenční funkcionál

$\mathrm{Tr}\, \hat{D}_{\text{poč}} = 1$

$$D(\boldsymbol{H}_1|\boldsymbol{H}_2) = \mathrm{Tr}\left(\hat{C}_{\boldsymbol{H}_2}\, \hat{D}_{\text{poč}}\, \hat{C}_{\boldsymbol{H}_1}^{\dagger}\right)$$

Dekoherenční funkcionál

- kandidát na pravděpodobnost historie

$$p(\boldsymbol{H}) = D(\boldsymbol{H}|\boldsymbol{H})$$

- není zaručeno skládání pravděpodobností přes disjunktní historie

$$p(\boldsymbol{H}_1 \cup \boldsymbol{H}_2) \stackrel{?}{=} p(\boldsymbol{H}_1) + p(\boldsymbol{H}_2)$$

- **pravděpodobnost má smysl pouze pokud je skládání zaručeno**

Dekoherující systém historií

- vyčerpávající vylučující se (VV) systém historií $\{\boldsymbol{H}_k\}_{k\in\mathcal{S}}$
  - vyčerpávající: $\bigcup_{k\in\mathcal{S}} \boldsymbol{H}_k = \boldsymbol{1}$ – dohromady zahrnuje systém vše
  - vylučující: $\boldsymbol{H}_k \cap \boldsymbol{H}_l = \emptyset$ – historie navzájem disjunktní
- zajímají nás historie dané sjednocováním historií VV systému
  - historie generované VV systémem
- ***dekoherující systém historií*** = VV systém splňující

$$D(\boldsymbol{H}_k|\boldsymbol{H}_l) \approx 0 \qquad \text{pro } k \neq l$$

podmínka dekoherence

Dekoherující systém historií

- dekoherující systém historií = VV systém splňující

$$D(\boldsymbol{H}_k|\boldsymbol{H}_l) \approx 0 \qquad \text{pro } k \neq l$$

- pravděpodobnost historií generovaných dekoherujícím systémem

$$p(\boldsymbol{H}) = D(\boldsymbol{H}|\boldsymbol{H})$$

- pro tyto historie platí skládání pravděpodobností disjunktních alternativ

$$p(\boldsymbol{H}_1 \cup \boldsymbol{H}_2) = p(\boldsymbol{H}_1) + p(\boldsymbol{H}_2)$$

$\boldsymbol{H}_1 \cap \boldsymbol{H}_2 = \emptyset$

konzistentní=dekoherující historie