

Případ časově závislých hamiltoniánů

System: atom
Vnější prostředí: el. mag. pole } interakce

$$\hat{H} = \hat{H}_A + \hat{H}_E + \hat{H}_I$$

Schrodinguova rovnice

$$\frac{\partial}{\partial t} |\psi(t)\rangle = -\frac{i}{\hbar} (\hat{H}_A + \hat{H}_E + \hat{H}_I) |\psi(t)\rangle$$

měření fyzické veličiny atomu

$$\hat{O} = \hat{O}_A \otimes \mathbb{1}_E$$

$$\langle \hat{O} \rangle = \langle \psi(t) | \hat{O}_A \otimes \mathbb{1}_E | \psi(t) \rangle$$

Interakční obraz

$$|\psi^{(I)}(t)\rangle = U_E^\dagger(t, t_0) |\psi(t)\rangle$$

$$\Rightarrow \frac{\partial}{\partial t} |\psi^{(I)}(t)\rangle = -\frac{i}{\hbar} (\hat{H}_A^{(I)}(t) + \hat{H}_I^{(I)}(t)) |\psi^{(I)}(t)\rangle$$

$$\Rightarrow \hat{H}_A^{(I)}(t) = U_E^\dagger(t, t_0) \hat{H}_A U_E(t, t_0) = \underbrace{U_E^\dagger(t, t_0) U_E(t, t_0)}_{\mathbb{1}} \hat{H}_A = \hat{H}_A$$

napak

$$\hat{H}_i^{(I)}(t) = U_E^+(t, t_0) \hat{H}_i U_E(t, t_0) \leftarrow \text{musí být časově závislý.}$$

Polytona' rovnice:

$$\frac{\partial |\psi^{(I)}(t)\rangle}{\partial t} = -\frac{i}{\hbar} \hat{H}_A |\psi^{(I)}(t)\rangle - \frac{i}{\hbar} \hat{H}_i^{(I)}(t) |\psi^{(I)}(t)\rangle$$

$$\begin{aligned} \langle \psi^{(I)}(t) | \hat{O} | \psi^{(I)}(t) \rangle &= \langle \psi(t) | U_E(t, t_0) \hat{O}_A \otimes \hat{I}_E U_E^+(t, t_0) | \psi(t) \rangle \\ &= \langle \psi(t) | \hat{O} | \psi(t) \rangle = \langle \hat{O} \rangle \end{aligned}$$

Očekávání' sledu' hodnoty operátoru/veličiny z' křivice se pouze systému měříme předat z' $|\psi^{(I)}(t)\rangle$.