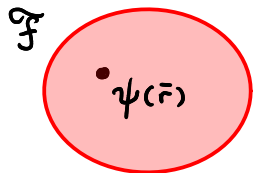
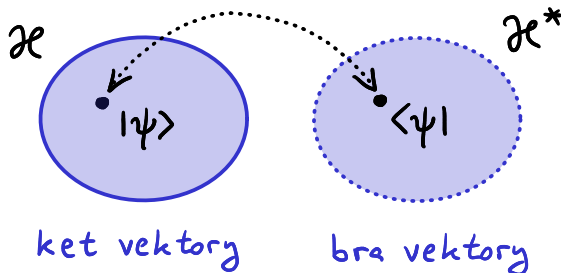


# Stavy

1) prostor *vlnových funkcí*



2) abstraktní Hilbertův prostor



3) reprezentace v bázi:

$$\begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \\ c_3 \\ \vdots \end{pmatrix}$$

skalární součin

$$(\psi, \eta) = \underbrace{\int d^3\vec{r}} \underbrace{\psi^*(\vec{r}) \eta(\vec{r})}$$

$$\underbrace{\langle \psi | \eta \rangle}$$

$$\underbrace{(c_1^* \ c_2^* \ c_3^* \dots)} \underbrace{\begin{pmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ \vdots \end{pmatrix}}$$

rozklad do ortonormalní báze

$$\{\varphi_n(\vec{r})\} \quad (\varphi_n, \varphi_{n'}) = \delta_{nn'}$$

$$\{|n\rangle\} \quad \langle n | n' \rangle = \delta_{nn'}$$

(pro ON báze)

$$\psi(\vec{r}) = \sum_n c_n \varphi_n(\vec{r})$$

$$|\psi\rangle = \sum_n c_n |n\rangle$$

$$c_n = (\varphi_n, \psi) = \int d^3\vec{r} \varphi_n^*(\vec{r}) \psi(\vec{r})$$

$$c_n = \langle n | \psi \rangle$$

# Lineární operátory

- 1) prostor *vlnových funkcí*      2) abstraktní Hilbertův prostor      3) reprezentace v bázi:

$$\hat{x} \psi(\vec{r}, t) = x \psi(\vec{r}, t)$$

ket vektory

$$|\eta\rangle = \hat{A} |\psi\rangle$$

$$\hat{p}_x \psi(\vec{r}, t) = \frac{\hbar}{i} \frac{\partial}{\partial x} \psi(\vec{r}, t)$$

bra vektory

$$\langle \eta | = \langle \hat{A} \psi |$$

$$\hat{T} \psi(\vec{r}, t) = -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \psi(\vec{r}, t)$$

$$\begin{pmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} & \dots \\ A_{21} & A_{22} & \dots \\ \vdots & \vdots & \ddots \end{pmatrix} \begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \\ \vdots \end{pmatrix}$$

$$A_{mn} = \int d^3\vec{r} \varphi_m^*(\vec{r}) \hat{A} \varphi_n(\vec{r}) \\ = \langle m | \hat{A} | n \rangle$$

linearita       $\hat{A}(c_1 \psi_1 + c_2 \psi_2) = c_1 \hat{A} \psi_1 + c_2 \hat{A} \psi_2$

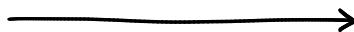
střední hodnota       $\langle \hat{A} \rangle = \int d^3\vec{r} \psi^*(\vec{r}) \hat{A} \psi(\vec{r}) = \langle \psi | \hat{A} | \psi \rangle = (c_1^* c_2^* \dots) \begin{pmatrix} A \end{pmatrix} \begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \\ \vdots \end{pmatrix}$

hermitovské sdružení       $(\hat{A}^\dagger \psi, \eta) = (\psi, \hat{A} \eta)$

$$A^{T*}$$

hermitovský op.       $\hat{A}^\dagger = \hat{A}$

unitární op.       $\hat{A}^\dagger = \hat{A}^{-1}$



$$A^{T*} = A \quad A^{T*} = A^{-1}$$

hermitovská / unitární  
matice

# Postuláty kvantové mechaniky

- P1 Stav systému je reprezentován normovaným vektorem z příslušného Hilbertova prostoru  $\mathcal{H}$ .
- P2 Pozorovatelné veličiny odpovídají samosdruženým / hermiteovským operátorům působícím na  $\mathcal{H}$ .
- P3 Možnými výsledky měření veličiny  $A$  jsou pouze vlastní hodnoty příslušného operátoru  $\hat{A}$  dané řešením vlastního problému  $\hat{A}|a_n\rangle = a_n|a_n\rangle$ .

Bezprostředně po měření s výsledkem  $a_n$  se systém nachází ve vlastním stavu příslušného  $a_n$  (je-li nedegenerovaná) nebo v normované projekci na podprostor příslušný  $a_n$  (je-li degenerovaná):

$$|\psi\rangle \rightarrow \text{normovaný } \hat{P}_{a_n}|\psi\rangle = \frac{\hat{P}_{a_n}|\psi\rangle}{\sqrt{\langle\psi|\hat{P}_{a_n}|\psi\rangle}} \quad (\text{redukce / kolaps stavu při měření})$$

- P4 Pravděpodobnosti naměření jednotlivých vlastních hodnot ve stavu  $|\psi\rangle$  jsou dány
- $$P(a_n) = |\langle a_n|\psi\rangle|^2 \quad \text{pravděpodobnosti pro diskrétní spektrum}$$
- (v degenerovaném případě sčítáme  $P$  přes degenerované vektory)

- P5 Časový vývoj systému je popsán Schrödingerovou rovnicí  $i\hbar \frac{\partial}{\partial t} |\psi(t)\rangle = \hat{H} |\psi(t)\rangle$