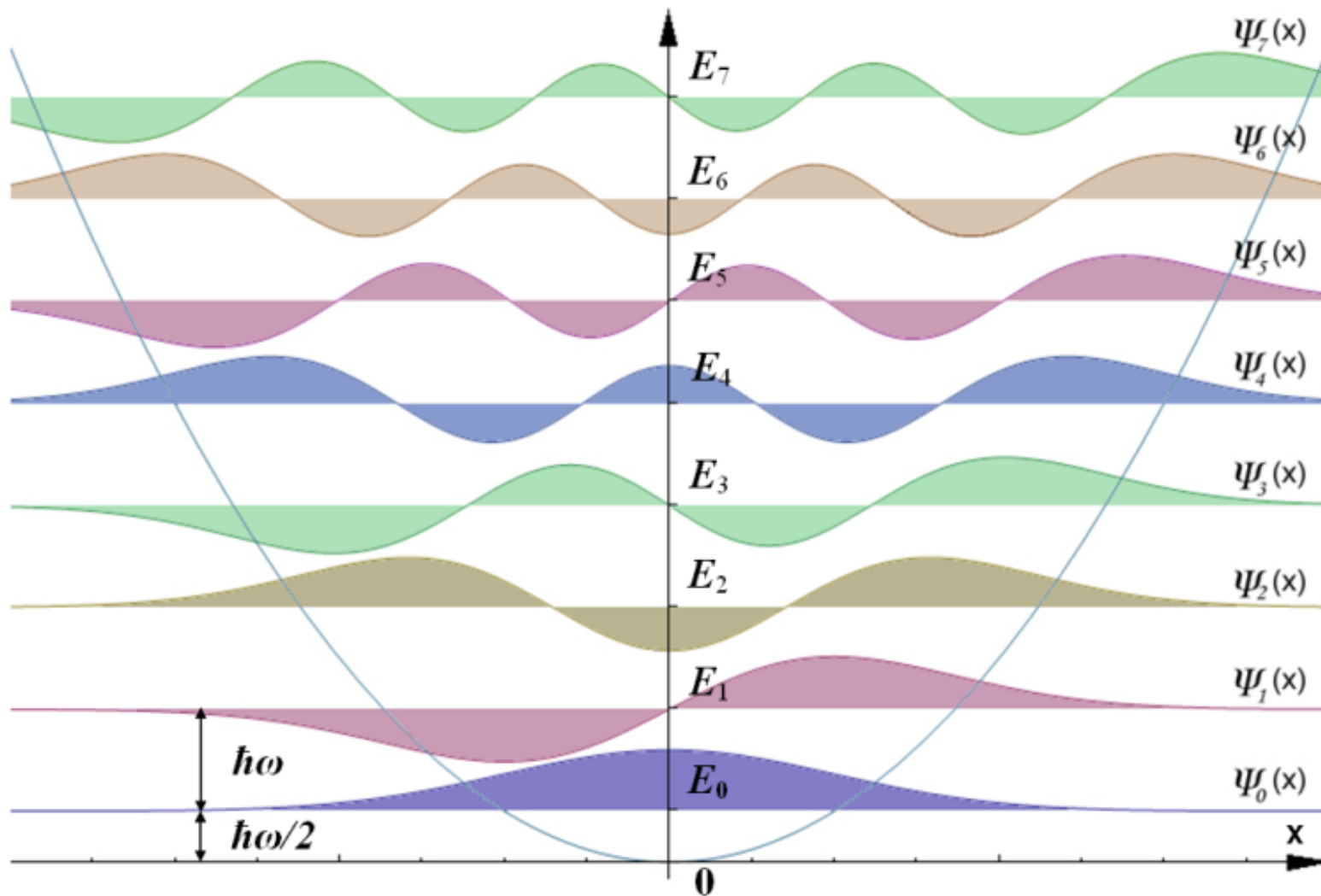
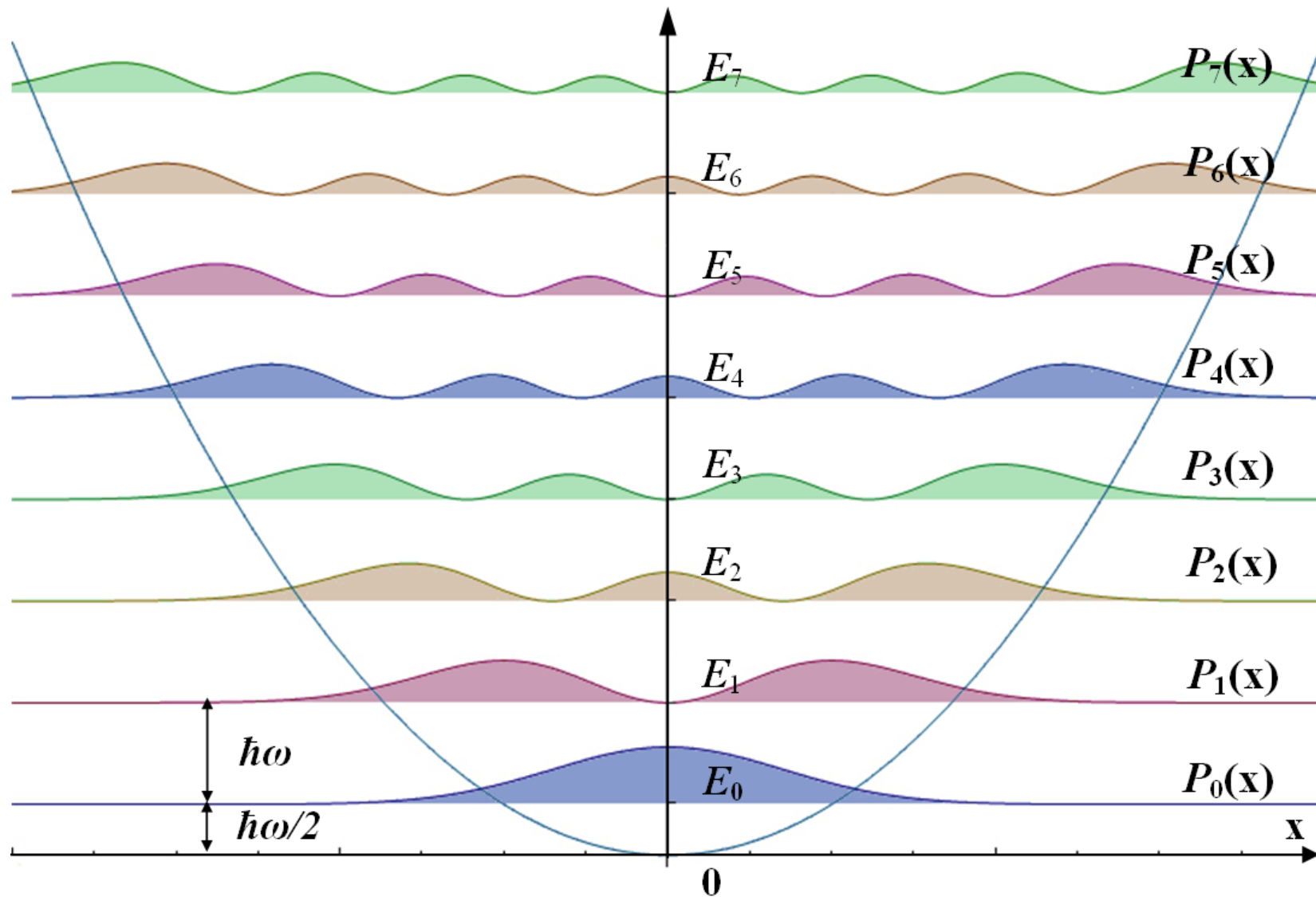


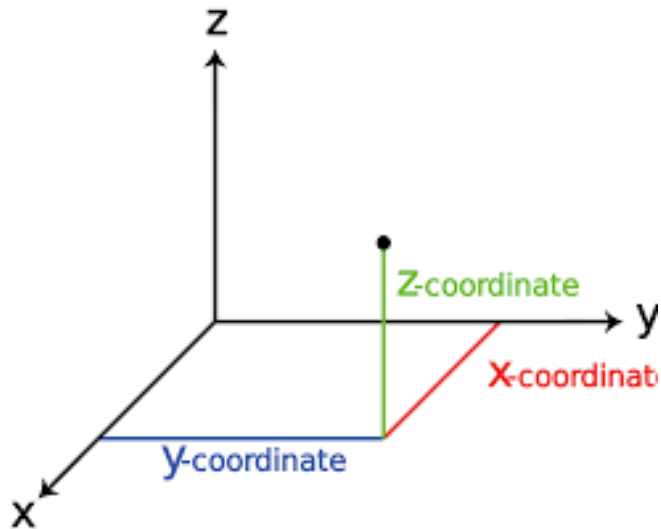
Oscilador harmônico: estados estacionários



Oscilador harmônico: densidade de probabilidade dos estados estacionários

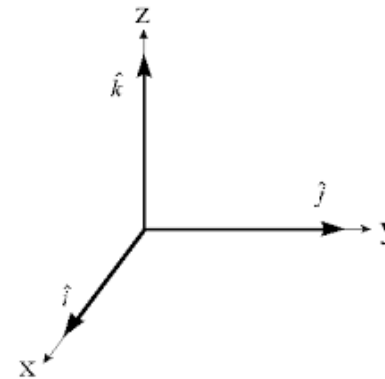


Partícula em 3D



Operador posição

$$\vec{R} = X\vec{i} + Y\vec{j} + Z\vec{k}$$



$$[X, Y] = 0$$

$$[Y, Z] = 0$$

$$[X, Z] = 0$$

Autovetor simultâneo de X , Y , Z :

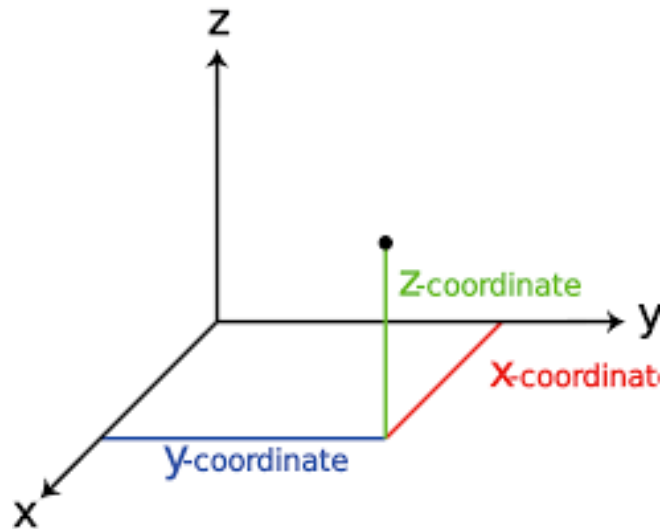
$$|\vec{r}\rangle = |x, y, z\rangle$$

$$X|x, y, z\rangle = x|x, y, z\rangle$$

$$Y|x, y, z\rangle = y|x, y, z\rangle$$

$$Z|x, y, z\rangle = z|x, y, z\rangle$$

Partícula em 3D



Operador posição

$$\vec{R} = X\vec{i} + Y\vec{j} + Z\vec{k}$$

Representação de posição: função de onda

$$\psi(\vec{r}) = \langle \vec{r} | \psi \rangle$$

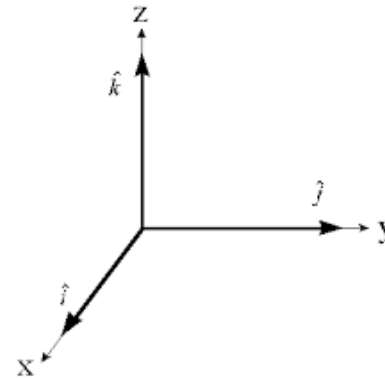
Norma: integral sobre todo o espaço

$$\langle \psi | \psi \rangle = \int d^3r |\psi(\vec{r})|^2$$

Partícula em 3D

Operador momento linear

$$\vec{P} = P_x \vec{i} + P_y \vec{j} + P_z \vec{k}$$



$$[P_x, P_y] = 0$$

$$[P_y, P_z] = 0$$

$$[P_x, P_z] = 0$$

Autovetor simultâneo de P_x, P_y, P_z :

$$|\vec{p}\rangle = |p_x, p_y, p_z\rangle$$

$$P_x |p_x, p_y, p_z\rangle = p_x |p_x, p_y, p_z\rangle$$

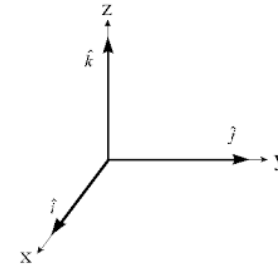
$$P_y |p_x, p_y, p_z\rangle = p_y |p_x, p_y, p_z\rangle$$

$$P_z |p_x, p_y, p_z\rangle = p_z |p_x, p_y, p_z\rangle$$

Partícula em 3D

Operador momento linear

$$\vec{P} = P_x \vec{i} + P_y \vec{j} + P_z \vec{k}$$



Representação de momento: função de onda no espaço recíproco

$$\bar{\psi}(\vec{p}) = \langle \vec{p} | \psi \rangle$$

Norma: integral sobre todo o espaço recíproco

$$\langle \psi | \psi \rangle = \int d^3p |\bar{\psi}(\vec{p})|^2$$

Partícula em 3D

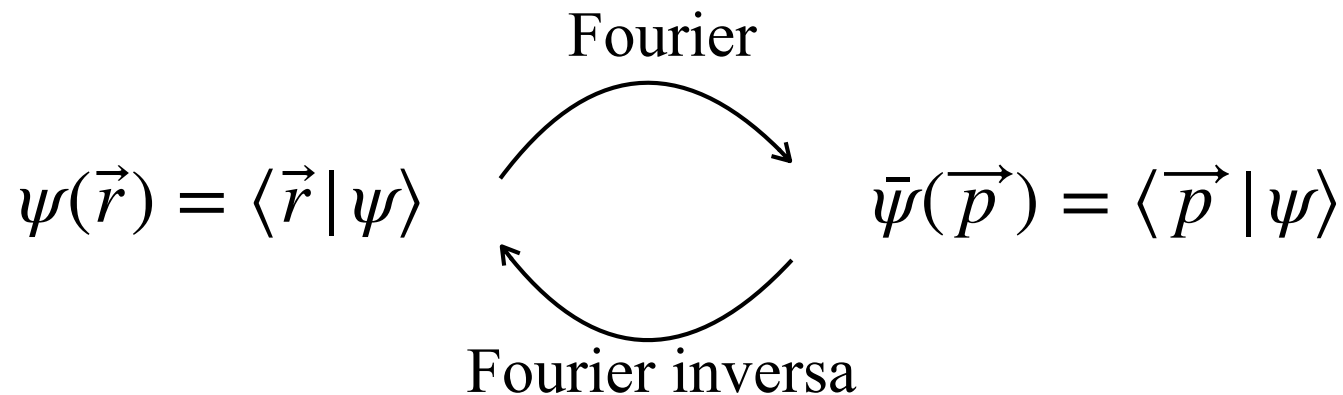
Conectando as duas representações

Representação de momento: função de onda no espaço recíproco

$$\bar{\psi}(\vec{p}) = \langle \vec{p} | \psi \rangle$$

Representação de posição: função de onda

$$\psi(\vec{r}) = \langle \vec{r} | \psi \rangle$$



exemplo:

$$\psi_{\vec{p}}(\vec{r}) = \langle \vec{r} | \vec{p} \rangle = C e^{i\vec{p} \cdot \vec{r} / \hbar}$$

Partícula em 3D

Operador momento na representação de posição

$$\psi(\vec{r}) = \langle \vec{r} | \psi \rangle \xrightarrow{\vec{P}} \vec{P}\psi(\vec{r}) = -i\hbar \nabla \psi(\vec{r})$$

Relações de comutação

$$[X_i, P_j] = i\hbar \delta_{ij} \mathbf{1}$$