

## Heisenbergove relacije neodređenosti

$\Delta p_{x(y,z)}$ ,  $\Delta x(y, z)$  ( $\Delta E$ ,  $\Delta t$ ) ... neodređenost impulsa i položaja, energije i vremena

$$\boxed{\Delta p_x \cdot \Delta x \geq \frac{\hbar}{2}}, \quad \boxed{\Delta p_y \cdot \Delta y \geq \frac{\hbar}{2}}, \quad \boxed{\Delta p_z \cdot \Delta z \geq \frac{\hbar}{2}}$$
$$\boxed{\Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{\hbar}{2}}$$

$$\hbar = \frac{h}{2\pi}$$

$\Delta p_{x(y,z)}$  i  $\Delta x(y, z)$  ( $\Delta E$  i  $\Delta t$ ) ... konjugirane varijable

## Dodatne korisne formule

De-Broglie - Einstein relacije:

$$\boxed{E = h\nu, \quad p = \frac{h}{\lambda}}$$

Valna mehanika:

$$\boxed{\omega = 2\pi\nu \dots}$$
 kutna frekvencija

$$\boxed{k = \frac{2\pi}{\lambda} \dots}$$
 valni broj

Slijedi

$$\boxed{E = \hbar\omega, \quad p = \hbar k}$$

Za fotone (tj. bezmasene čestice koje se gibaju brzinom  $c$ ) vrijedi

$$\boxed{\lambda\nu = c}, \quad \text{tj.} \quad \boxed{\omega = ck}$$