První Heisenbergova relace neurčitosti

Chceme-li změřit polohu nějaké částice, „posvítíme“ si na ni nějakým zářením o vlnové délce λ. Při daném záření není možné rozeznat předměty menší než $\frac{\lambda}{2}$. Přesnost měření polohy (neurčitost polohy) Δx je tedy $\Delta x \geq \frac{\lambda}{2}$.

Jinými slovy, aby byl určitý objekt detekovatelný zářením o vlnové délce λ, musí mít velikost alespoň $\frac{\lambda}{2}$. Předmětům, které jsou menší, se vlna, která se „má strefit“ do předmětu, „vyhne“. Od předmětu se proto neodrazí a odražená vlna nedopadne do detektoru (oko, objektiv fotoaparátu, objektiv kamery, ...).

Dopadem záření (tj. fotonů) na částici dojde zároveň k předání hybnosti ve stejném směru, v jakém dopadá záření. Nejmenší předání hybnosti nastává v případě dopadu jednoho fotonu, jehož velikost hybnosti je $p = \frac{h}{\lambda}$. Díky tomu se po srážce fotonu a částice změní hybnost částice o velikost $\Delta p = \frac{h}{\lambda}$ (částice byla před dopadem fotonu v klidu). Dostáváme tedy: $\Delta x . \Delta p \geq \frac{\lambda}{2} . \frac{h}{\lambda} = \frac{h}{2}$. Tento vztah platí obecně. Užitím základních předpokladů kvantové teorie se při přesném odvození ukazuje, že spodní mezí uvedeného součinu je $\frac{h}{4\pi}$.

Vzhledem k tomu, že v kvantové mechanice se velmi často vyskytuje zlomek $\frac{h}{2\pi}$, bylo zavedeno označení $\hbar = \frac{h}{2\pi}$, přičemž $\hbar = 1{,}0545 . 10^{-34}\ \mathrm{J.s} \doteq 10^{-34}\ \mathrm{J.s}$. Proto můžeme **1. Heisenbergovu relaci neurčitosti** psát ve tvaru: $\Delta x . \Delta p \geq \frac{\hbar}{2}$:

SOUČIN NEPŘESNOSTÍ, JICHŽ SE DOPOUŠTÍME PŘI SOUČASNÉM MĚŘENÍ POLOHY A HYBNOSTI ČÁSTICE, JE ROVEN NEJMÉNĚ $\frac{\hbar}{2}$.

Právě odvozená relace neurčitosti říká, že čím přesněji známe polohu částice, tím neurčitější je informace o její hybnosti (a tedy je i větší rozptyl v určení její kinetické energie) a naopak. Zvětšuje-li se Δx, klesá Δp a naopak.

„Svíráme-li částici v hrsti“ víc a více, je stále neklidnější, pohyblivější a chová se bouřlivěji.

Podle zákonů kvantové mechaniky částice nemůže mít současně přesnou polohu a přesně určenou hybnost. Proto nemá smysl mluvit o tom, že se částice pohybuje po nějaké trajektorii nějakou rychlostí! Mluvíme pouze o pravděpodobnostech výskytu částice v prostoru.

Vzhledem k tomu, že částice, která byla při odvozování brána v úvahu, byla na začátku „pozorování“ v klidu, začala se pod vlivem srážky s fotonem pohybovat po přímce (ne po zakřivené trajektorii). Proto ve zcela správném zápisu 1. Heisenbergovy relace nevystupuje velikost hybnosti *p*, ale pouze velikost její *x*-ové složky p_x.

© Encyklopedie Fyziky (http://fyzika.jreichl.com); Jaroslav Reichl, Martin Všetička
Licence http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/ zakazuje úpravy a komerční distribuci.