***Schrödingerova rovnice a kolaps vlnové funkce

Schrödingerova rovnice je deterministickou rovnicí, tak jako Newtonovy pohybové rovnice nebo Einsteinovy pohybové rovnice. Jestliže tedy zadáme hodnotu vlnové funkce v daném časovém okamžiku, dá se přesně předpovědět, jaké hodnoty nabude vlnová funkce v budoucnosti, nebo jakou hodnotu měla v minulosti. Rovnice tedy popisuje chování, které je vůči času zcela vratné.

Analogicky se pracuje i s Newtonovými pohybovými rovnicemi, které popisují pohyb planet ve Sluneční soustavě. Na základě polohy planet zjištěné v určitém čase lze předpovědět další pohyb planet. Znalost pohybu planet je přitom důležitá pro lety kosmických sond, pro zjišťování případné kolize planetek se Zemí, ...

Představme si určitou vlnovou funkci, která matematicky reprezentuje chování elektronu, na který se zrovna nedíváme. Tato funkce v sobě zahrnuje všechny možnosti, které mohou nastat, když budeme elektron sledovat pomocí nějakého měřícího zařízení (např. pomocí fluorescenčního stínítka, ...). To vlastně neznamená nic jiného, než že Schrödingerova rovnice umožňuje předpovědět všechny možné případy vývoje chování elektronu, pokud ho v budoucnosti budeme sledovat. A co je důležitější: dovoluje zpětně určit všechny možné historie chování elektronu, které by při jeho pozorování v minulosti nastaly.

Je přirozené přejít od vlnové funkce, která obsahuje všechny potenciální možnosti vývoje systému, k určení toho, co se skutečně stane při experimentu. Jinými slovy je třeba přejít k samotnému procesu měření. Jestliže provedeme jedno konkrétní měření, elektron bude zaznamenán tak, jako když dopadne právě do jednoho bodu stínítka. Takže časově symetrická vlnová funkce, a tedy i samotný systém, projde během procesu měření jistou transformací. Dojde k okamžitému a nespojitému zúžení z jedné formy vlnové funkce, která v sobě obsahovala všechny možnosti dalšího vývoje, na jednu jedinou konkrétní, která odpovídá jedné hodnotě zaznamenané během měření.

Tato transformace, která z množiny pravděpodobných možností vybere jednu, se nazývá **zúžení vlnové funkce** (**kolaps vlnové funkce**).

Ze všech možností vyskočí z „krabičky“ právě jedna, když „zatáhneme“ za vlnovou funkci.

Pojem kolapsu vlnové funkce lze vysvětlit pomocí názorného příkladu. Představme si, že sedíme v hledišti kvantového divadla. Na jevišti za zavřenou oponou se najednou míchá nekonečná řada možných představení od Shakespeara přes Ibsena a Wildem konče. Jakmile se ale zvedne opona, vlnová funkce divadla zkolabuje na jednu z her a je možné poznat, že se právě hraje *Maryša* bratří Mrštíků.

Velmi schématicky je kolaps vlnové funkce zobrazen na obr. 25 a obr. 26.



Obr. 25



Obr. 26

Zdá se, že když se nedíváme, chová se vlnová funkce při svém vývoji deterministicky a proces

je vratný. Ale při měření polohy dopadu elektronu na stínítko jde o proces nevratný. Při kolapsu vlnové funkce (proces měření) se všechny možnosti zužují pouze na jednu reálnou událost. To narušuje symetrii mezi stavy v minulosti (potenciální možnosti) a v současnosti (aktuální událost). Skutečně je tomu tak, že když se pokusíme z naměřených výsledků rekonstruovat minulou historii systému, obdržíme nekorektní výsledky.

Vlnová funkce tedy kolabuje při procesu měření (jak tvrdí John von Neumann), ale pro samotný proces kolapsu vlnové funkce není navržen žádný mechanismus. Je jasné, že tento proces nelze popsat Schrödingerovou rovnicí, protože ta popisuje vratné a deterministické děje, zatímco proces kolapsu je sám o sobě nevratný a náhodný. A to je jádro problému měření, který má velkou důležitost pro směr plynutí času a je zdrojem mnoha paradoxů - např. Schrödingerova kočka.

V kvantové fyzice existuje ještě jeden proces a to **dekoherence**. Jedná se o něco jiného, než je kolaps vlnové funkce, takže není možné tyto dva pojmy zaměňovat. **Dekoherence** je proces, v němž se samovolně ztrácí informace o vzájemných fázích v superpozicích stavů jednotlivých kvantových objektů. Je důsledkem interakce systému s okolím.

Při dekoherenci se informace ztrácí samovolně, zatímco při kolapsu vlnové funkce se informace ztrácí pod vlivem měření daného fyzikálního systému.

© 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.