Vlnová funkce

Přestože byla de Broglieova hypotéza experimentálně ověřena a potvrzena, otázka podstaty de Broglieových vln se nevyřešila. Ukázalo se, že částice projevují vlnové vlastnosti nejen při rovnoměrném přímočarém pohybu, ale při jakémkoliv pohybu v prostorově a časově vymezených oblastech. Pak již nelze pohyb částice chápat jako šíření postupné rovinné vlny s určitou frekvencí a vlnovou délkou, ale je nutné ho popsat matematicky mnohem složitější **vlnovou funkcí** $\psi(x, y, z, t)$. Výpočtem této funkce se zabývá kvantová fyzika, důležité pak je správně interpretovat fyzikální význam vlnové funkce a způsob, jakým popisuje pohyb částic.

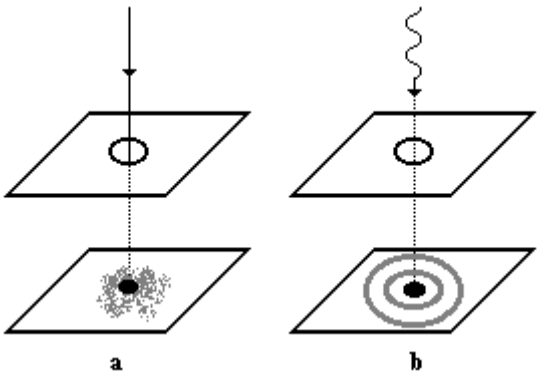
Vlnová funkce je většinou komplexní funkce čtyř reálných proměnných *x*, *y*, *z* a *t*.

Problematikou vlnové funkce a kvantovou mechanikou vůbec se zabýval německý fyzik Max Born (1882 - 1970, Nobelova cena v roce 1954). Ten ukázal, že sama vlnová funkce nemá fyzikální význam, ale fyzikální význam má čtverec její absolutní hodnoty. Ten umožňuje vypočítat pravděpodobnost toho, že se částice nachází v daném okamžiku na daném místě v prostoru. Chceme-li vypočítat pravděpodobnost Δw výskytu částice uvnitř nějakého malého objemového elementu ΔV v okolí bodu o souřadnicích $[x, y, z]$ v okamžiku *t*, určíme ji podle vztahu $\Delta w = |\psi(x, y, z, t)|^2 \Delta V$. Funkce $|\psi(x, y, z, t)|^2$ tedy představuje **hustotu pravděpodobnosti** výskytu částice.

Pohyb částic v mikrosvětě má náhodný charakter (pravděpodobnostní charakter). Částice se nepohybuje po určité trajektorii určitou rychlostí, jak tomu je v makrosvětě. Prochází-li elektron malým otvorem nebo úzkou štěrbinou, není možné předem vypočítat, do kterého místa na stínítku (fotografické desky, ...) dopadne. Je možné určit pouze rozložení pravděpodobnosti jeho dopadu do různých míst. A právě toto rozložení pravděpodobností vytvoří difrakční obrazec. Tam, kde je pravděpodobnost větší, dopadne více elektronů a zčernání desky bude intenzivnější.

Zde je možné si pomoci analogií s makroskopickými objekty. Necháme-li dopadat kuličky, zrnka písku, dělostřelecké granáty, ... otvorem, jehož velikost bude srovnatelná s rozměrem daného objektu, nebudou dopadat tyto objekty přesně na předem vypočtené místo. Budeme pozorovat rozptyl jejich dopadů, ale nebude se vytvářet difrakční obraz (viz obr. 18a).

Na obr. 18a je zobrazen rozptyl makroskopických částic, zatímco na obr. 18b je zobrazen rozptyl částic, které procházejí malým otvorem (tj. otvorem, jehož rozměry jsou srovnatelné s vlnovou délkou dané částice).



Obr. 18

Spojení vlnových a částicových vlastností (tzv. korpuskulárně vlnový dualismus) a pravděpodobnostní charakter pohybu je společný všem objektům mikrosvěta - ať se jedná o fotony (kvanta elektromagnetického záření) nebo o částice s nenulovou klidovou hmotností (elektrony,

protony, atomy, ...), jejichž pohyb popisujeme pomocí vlnové funkce. Naprosto analogicky by bylo možné přiřadit vlnovou délku resp. frekvenci i makroskopickým tělesům, které se pohybují rovnoměrně přímočaře. Pomocí de Broglieových výpočtů se lze přesvědčit, že vlnová délka makroskopických těles by byla velmi malá.

Pro to, aby se projevil vlnový charakter těchto objektů bychom museli mít překážku resp. otvor srovnatelných rozměrů, jako je vlnová délka daného objektu. Makroskopická tělesa by ovšem tímto otvorem neprošla!

Nemá smysl představovat si, že vlna a částice jsou nějak vzájemně propojeny. Nemá smysl snažit si představit, jak je možné, že se částice chovají jednou jako vlny a jednou jako částice. Je třeba se smířit s tím, že částice mikrosvěta se pohybují jinak, než nám dává každodenní zkušenost s makroskopickými objekty, a jediné, co lze určit je pravděpodobnost toho, že částici najdeme v daném místě prostoru.

POUŽÍVÁ-LI SE VÝRAZ *ČÁSTICE* V MIKROFYZICE, MYSLÍ SE TÍM PRÁVĚ TAKOVÉ OBJEKTY, KTERÉ V SOBĚ SPOJUJÍ ČÁSTICOVÉ A VLNOVÉ VLASTNOSTI A JEJICHŽ POHYB MUSÍ BÝT POPISOVÁN PROSTŘEDKY KVANTOVÉ FYZIKY.

© 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.