22. Základní pojmy kvantové fyziky

Kvantová hypotéza

- Max Planck

- energie není vyzařována spojitě, ale v určitých kvantech

$$E=hf, h=6,26∙10^{-34}J∙s…Planckova konstanta$$

**Fotoelektrický jev**

- popsal ho Albert Einstein 🡪Nobelova cena

- při dopadu záření na kov je předávána energie elektronům🡪uvolnění z rovnovážných pozic

- vnitřní – elektrony jsou uvolňovány uvnitř vodiče – zvýšení vodivosti

- vnější – elektrony jsou uvolňovány na povrchu – vznik elektrického proudu

**Einsteinova teorie fotoefektu**

- při dopadu záření je elektronům předána energie a ty se následně uvolňují, foton zaniká

$$hf=W\_{v}+\frac{1}{2}m\_{e}v^{2}$$

- k uvolnění elektronu je potřeba vykonat práci – mezní práce, je rovna mezní frekvenci

- pro každý kov existuje mezní frekvence záření $f\_{m}$

- uvolnění elektronu a jeho rychlost je závislá na frekvenci záření

- intenzivnější záření 🡪více uvolněných elektronů

$$1eV≈1,6∙10^{-19}J-jednotka energie, pro elektron při přesunu mezi potenciálem 1V$$

**Foton**

- chová se jako částice i jako vlna, nulová klidová hmotnost

- kvantum energie elektromagnetické záření

- vlna – ohyb, polarizace, interference, částice – proud fotonů

**Comptonův jev**

- důkaz existence fotonů

- při dopadů fotonů na elektron dochází k jeho vyražení a následnému pohybu ve vychýleném směru

- též foton se pohybuje ve vychýleném směru

$$hf=hf^{´}+\frac{1}{2}m\_{e}v^{2}$$

- po srážce fotonu a elektronu je část energie předána elektronu, a frekvence záření se zmenšuje v důsledku úbytku energie

**Vlnové vlastnosti částic**

- částice látky mají vlastnosti částic (hybnost, hmotnost a energii), tak i vlastnosti vlnění

$$λ=\frac{h}{p}=\frac{h}{mv}, p…hybnost$$

- de Broglieovy vlny – projev vlnových vlastnosti nezávisle na náboji částice

- pomocí nich lze určit pravděpodobnost, kde se bude nacházet částice v určitém čase

Vlnová funkce – pomocí ní je popsán stav částice v mikrosvětě

- nelze určit trajektorii, po níž se částice pohybuje

$$\left|ψ\left(x,y,z, t\right)\right|^{2}$$

- hustota pravděpodobnosti výskytu částice v okolí bodu o souřadnicích (x,y,z) a čase t

Heisenbergovy relace neurčitosti

- nelze současně určit polohu a hybnost částice s maximální přesností

- známe polohu, ale neznáme, kam se bude částice pohybovat

**Kvantová energie mikročástic**

- energie částic nemá libovolnou hodnotu, energie je kvantována

- pohyb v tzv. potenciální jámě – pohyb po úsečce mezi dvěma stěnami – elektron nemůže opustit „jámu“

- výskyt v půlvlnách $L=n\frac{λ}{2}$ - vlnová délka je kvantována

- pohybu elektronu odpovídají tzv. diskrétní hodnoty

$$p=\frac{nh}{2L}, E=\frac{n^{2}h^{2}}{8mL^{2}}- kvantované veličiny stavu částice $$

- n=1 – základní stav, n>1 – excitovaný stav

Princip korespondence – při velkých hodnotách kvantového čísla odpovídají výsledkům klasické mechaniky

**Kvantově- mechanický model atomu**

Thompsonův model – „pudingový mode“

Rutherfordův model – objev jádra, planetární model, pohyb elektronů 🡪ztráta energie, zánik atomu

Bohrův model

- kvantová podmínka – elektrony nemohou obíhat libovolně, rychlost, energie a poloměr dráhy je kvantovaný

$$v=\frac{e^{2}}{2ε\_{0}h}∙\frac{1}{n}, r=\frac{h^{2}ε\_{0}}{πme^{2}}∙n^{2}, E=-\frac{m\_{e}e^{4}}{8h^{2}ε\_{0}^{2}}∙\frac{1}{n^{2}}, E\_{1}=-13,54 eV$$

 Kvantově- mechanický model

- elektrony se vyskytují s určitou pravděpodobností, s kvantovanou energií

- geometrické místo s největší pravděpodobností 🡪orbital

- hlavní kvantové číslo: $n=\left\{1,2,3,…\right\}$ - určuje energii elektronu

- vedlejší kvantové číslo: $l=\left\{0,1,2,3,…\right\}≈\left\{s,p,d,f,g\right\}, l=n-1$ - určuje tvar orbitalu

- magnetické kvantové číslo: $m=\left\{0,\pm 1,\pm 2,…\right\},m=\pm l$ - určuje orientaci orbitalu v prostoru

- spinové číslo: $s=\pm \frac{1}{2}$ - charakterizuje rotaci elektronu

**Atomy s více elektrony**

- Pauliho vylučovací princip – v jednom stavu charakterizovaného kvantovými čísly *n, l, m* se mohou nacházet dva elektrony s opačnými spinovými čísly

- počet stavů: $2n^{2}$

- slupky – K, L, M, N, O – elektrony se stejným vedlejším kvantovým číslem

- elektrony se umisťují tak, aby obsadili hladiny s nejmenšími energiemi

- 1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, …

**Laser**

- interakce světla s látkou

- absorpce – pohlcení fotonu, přechod na vyšší energetickou hladinu

- spontánní emisi – elektron samovolně přejde z vyšší energetické hladiny na nižší, vyzáření fotonu

- stimulovaná emise – reakce s fotonem, přejde elektron na nižší energetickou hladinu, vznik fotonu, plus už použitý foton🡪zesílení záření, princip laseru

- laser – více vzbuzených elektronů (důsledek „budiče“) – stimulovaná emise 🡪zesílení