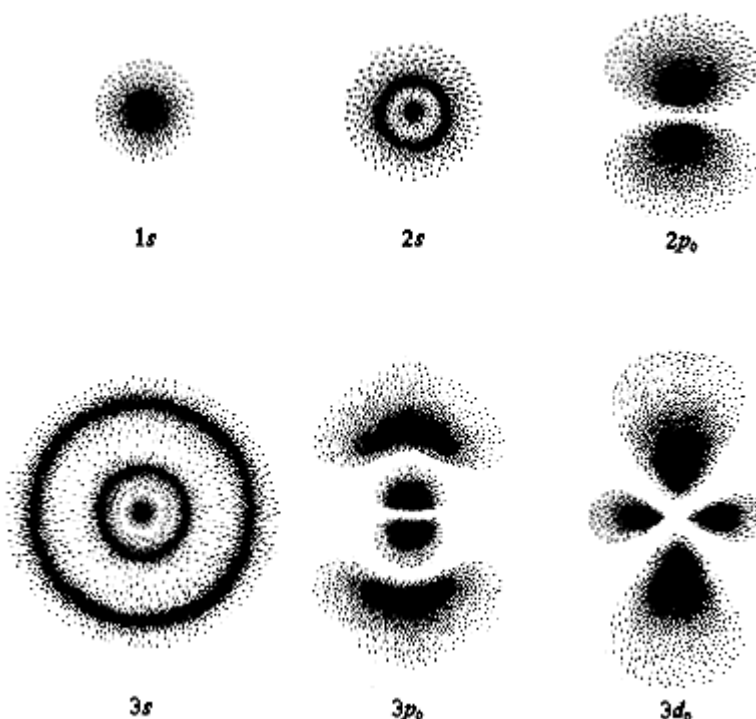


# Vizualizace deformací atomových jader a nukleonových stavů

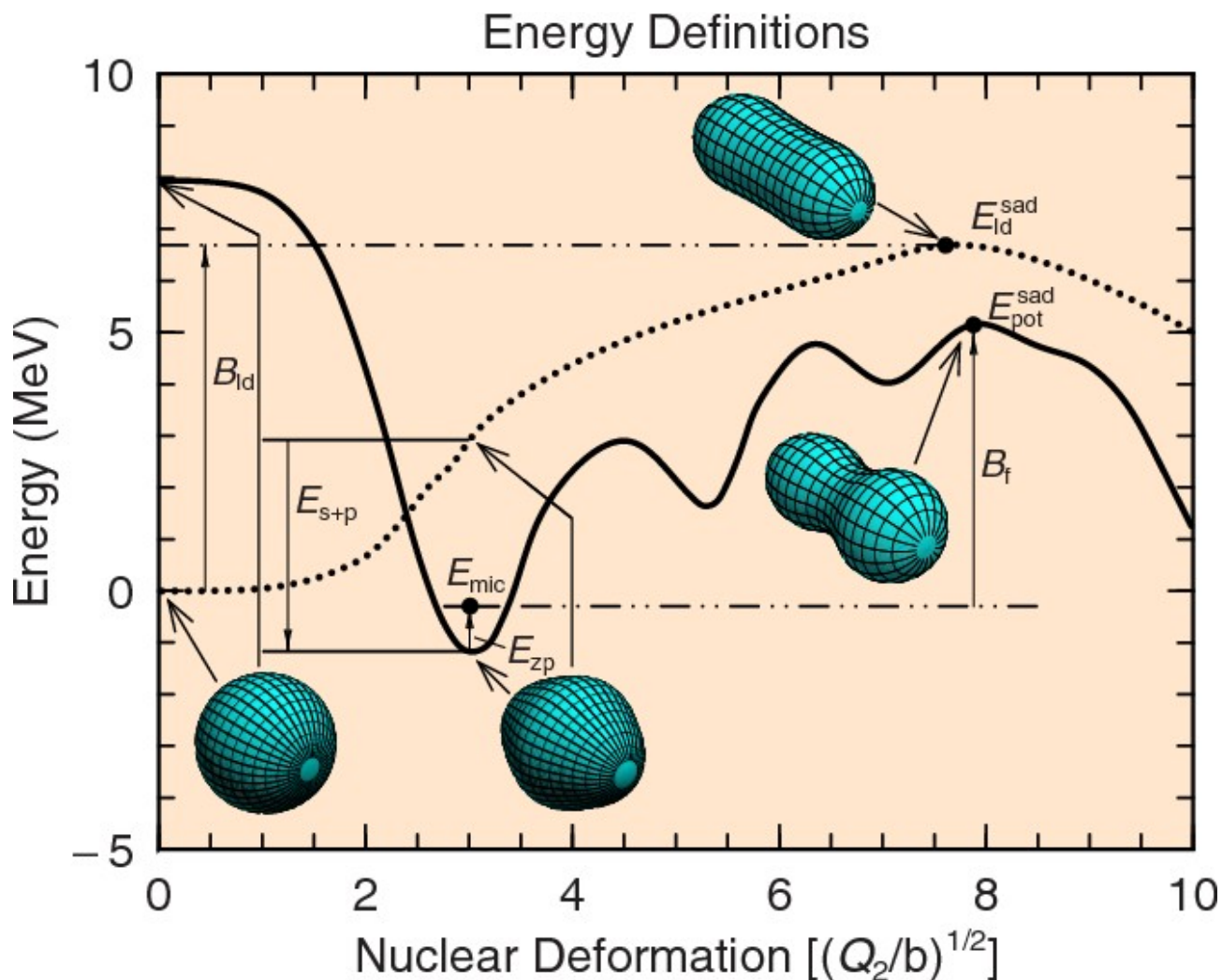
**Atomová jádra** jsou unikátní laboratoři pro zkoumání **kvantových zákonitostí** vázaného systému složeného z velkého množství vzájemně interagujících částic – v tomto případě **protonů** a **neutronů** (souhrně je nazýváme **nukleony**). Cílem miniprojektu bude seznámit se se základními zákonitostmi mikrosvěta (**kvantovou mechanikou**), které jsou nutné pro pochopení a vysvětlení fyziky atomových jader. Poté se seznámíme s velmi jednoduchým teoretickým modelem, který nám umožní vizualizovat **nukleonové stavy** v atomových jádrech a pochopit, proč se (některá) atomová jádra deformují.

V **mikroskopických systémech** (molekuly, atomy, atomová jádra, vázané stavy elementárních částic obecně) pozorovatelné veličiny jako např. **energie, moment hybnosti** a další nemohou nabývat libovolných hodnot. Hodnoty těchto pozorovatelných veličin se mohou měnit jen v násobcích určitých minimálních množství – **kvant**. Proto se ustálil pojem **kvantová mechanika** či kvantová teorie pro sadu základních fyzikálních zákonů platných na úrovni **mikrosvěta**. V **klasické mechanice** se stav fyzikálních objektů dal **objektivně** (tedy nezávisle na pozorovateli) a vyčerpávajícím způsobem určit

zadáním **poloh** a **hybností** všech zkoumaných fyzikálních objektů v určitém daném čase. V důsledku zákonitostí platných v mikrosvětě je nutné radikálně pozměnit náš pohled na to, co nazýváme **fyzikálním stavem** systému. Stav systému nemůže určovat současně hodnoty všech měřitelných veličin – např. už nemůžeme současně změřit polohu i hybnost částice. Navíc samotný proces měření nějaké veličiny na systému, může změnit stav tohoto systému. Stav systému v mikrosvětě je tedy nutné chápat spíše jako naši **maximální znalost** o daném mikrosystému. A hodnoty měřených veličin, které z této naší znalosti vyplývají, mají **pravděpodobnostní charakter**. Na rozdíl od klasické mechaniky už nedokážeme modelovat přesným způsobem budoucí vývoj systému, ale umíme předpovědět, které hodnoty fyzikálních veličin a s jakými pravděpodobnostmi na mikrosystému dokážeme naměřit. Matematicky naši znalost o fyzikálním systému vyjadřujeme tzv. **vlnovými funkcemi**. Jedná se o funkce – **amplitudy** – rozložené v prostoru. Naskytá se otázka – čeho amplitudy? Naše intuice z makrosvěta zde poněkud selhává. Ukazuje se, že nejlepší je nepředstavovat si pod těmito “vlnami” žádný reálný fyzikální objekt, ale



brát je jen jako matematickou pomůcku; druhá mocnina této funkce v daném bodě prostoru nám pak vyjadřuje **pravděpodobnost**, že právě zde se nalézá zkoumaný objekt.



V rámci miniprojektu se seznámíme s **aproximativním modelem atomového jádra**, který nám umožňuje najít vlnové funkce pro jednotlivé nukleony uvnitř jádra. Jedná se o tzv. model **Nilssonova středního pole** popisující jádro jako systém nukleonů, které jsou energeticky vázány v potenciálu, který lze chápat jako vystředování vzájemného působení mezi dvojicemi nukleonů. V rámci tohoto jednoduchého modelu si zkusíme odvodit a pochopit, jakých **kvantových stavů** mohou nukleony v jádrech nabývat a pomocí nukleonových vlnových funkcí si vizualizovat rozložení hmoty v atomových jádrech. Pomocí jednoduchých fyzikálních argumentů zkusíme zdůvodnit, proč se některá atomová jádra deformují a tuto **deformaci** si vizuálně znázornit.

#### **Pokročilejší literatura (není nutná pro samotný miniprojekt):**

*Kvantové hlavolamy*, M. Dušek, P. Cejnar, <http://muj.optol.cz/dusek/clanky/popular.htm>