

## Príklady na cvičenie z kvantovej teórie

### 1. viazané a rozptylové stavy pre po častiach konštantné potenciály

Máme zadané potenciály podľa obrázku.

(a) Rozhodnite, aká je dolná hranica na energiu stacionárnych stavov v týchto sústavách.

(b) Rozhodnite, či v nich existujú viazané stavy. A či existujú rozptylové stavy. Ak áno, z akého intervalu sú ich energie?

(c) Pre každý zo štyroch potenciálov navrhните tvar vlnovej funkcie (jej reálnej časti) pre stacionárny stav s energiou  $V_0 < E < 2V_0$ .

### 2. viazané stavy v konečnej konštantnej potenciálovej jame

Na prednáške sme odvodili podmienku pre energiu viazaného stacionárneho stavu pre tento potenciál. Bola to osobitne podmienka pre stavy popísané párnou vlnovou funkciou (párne riešenia SchR) a osobitne podmienka pre stacionárne stavy popísané nepárnou funkciou (nepárne riešenia). Pripomeňte si, ako tieto dve podmienky vyzerali a ešte raz ich napíšte.

Načrtnite, aké boli grafické riešenia pre jamu hĺbky  $R$  - vyjadrenú ako násobok  $\hbar^2/2ma^2$ . Aká veličina bola vtedy na osi  $x$  a čo bolo na osi  $y$ ?

Uvažujme jamu hĺbky  $R = 4$ . Čo môžeme povedať o jej viazaných stavoch? Koľko ich je? Aké sú pre ne hodnoty  $\alpha a$  z grafického riešenia a aké sú ich energie (približne)? Načrtnite do tvaru potenciálu, kde ležia energetické hladiny týchto viazaných stavov. Načrtnite, ako vyzerajú vlnové funkcie nájdených viazaných stavov.

Načrtnite, ako vyzerajú vlnové funkcie nájdených viazaných stavov, resp. čomu sú rovné v oblastiach I, II, a III.

Sú tieto vlnové funkcie navzájom ortogonálne?

### 3. viazané stavy v konečnej konštantnej potenciálovej jame

Určte, z akého intervalu je hĺbku jamy, ktorá bude mať presne štyri viazané stavy.

Ktoré z nich budú s párnou a ktoré s nepárnou vlnovou funkciou?

Načrtnite priebeh týchto štyroch vlnových funkcií.

Z grafického riešenia bližšie špecifikujte intervaly, v ktorých sa nachádzajú energie odpovedajúce uvažovným viazaným stavom.

Čo sa dá odpovedať na otázku, či sú tieto vlnové funkcie navzájom ortogonálne?

4. Uvažujte limitu, keď hĺbka konečnej konštantnej jamy ide do nekonečna. Ukážte, že energetické hladiny sa vtedy v limite blížia k hladinám častice na úsečke.