

Obecný rozbor charakteru řešení Sch.r. - klasifikace podle pásem energií

- vlastnosti řešení stacionární Schr. rovnice pro obecný 1D potenciál

$$\left[-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} + V(x)\right] \Psi(x) = E \Psi(x) \quad \rightarrow \quad \Psi''(x) = \frac{2m}{\hbar^2} [V(x) - E] \Psi(x)$$

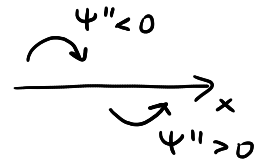
předpokládáme $V(x)$ spojitý nebo s konečným počtem skoků konečné výšky

$\rightarrow \Psi(x)$ je spojitá a hladká funkce

• chování vlnové funkce

1) klasický dostupný interval $E > V(x)$:

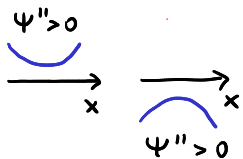
Ψ'' a Ψ mají opačné znaménka $\rightarrow \Psi$ oscilující kolem nuly



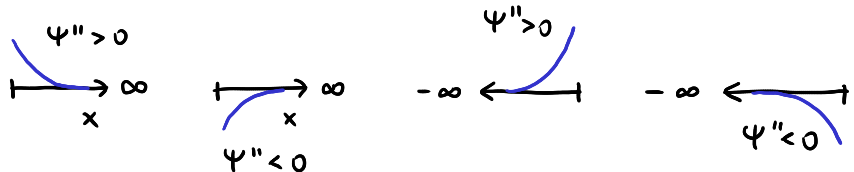
2) klasický nedostupný interval $E < V(x)$:

Ψ'' a Ψ mají stejné znamení $\rightarrow \Psi$ odkloněné od osy x a zrychluje se vzdáleností, na neomezeném intervalu musí exponenciálně vyhnout

omezený interval:



polonekonečný interval:

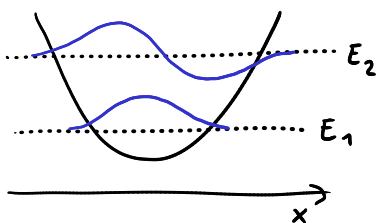


3) klasické body obrátu $E = V(x_0) \rightarrow$ inflexní bod $\Psi''(x_0) = 0$

• povaha souboru vlastních energií (spektrum vlastních energií) a příslušných Ψ

1) vázané stavy

- případ $V(x) \rightarrow +\infty$ pro $|x| \rightarrow \infty$

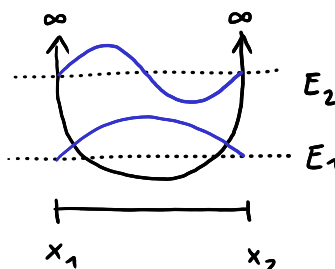
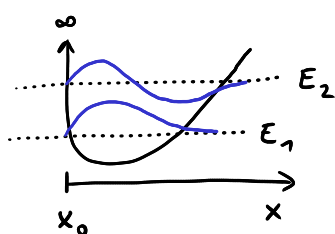


- **diskrétní sada energií** $E_1 < E_2 < E_3 < \dots$

- vázané stavy s $\Psi_1, \Psi_2, \dots$ Ψ_n má $n-1$ uzlů

- každé energii přísluší právě jedno Ψ (**nedegenerované stavy**)

- případ $V(x) \rightarrow +\infty$ pro $x \rightarrow \infty$ a x_0 a případ $V(x) \rightarrow +\infty$ pro $x \rightarrow x_1, x_2$



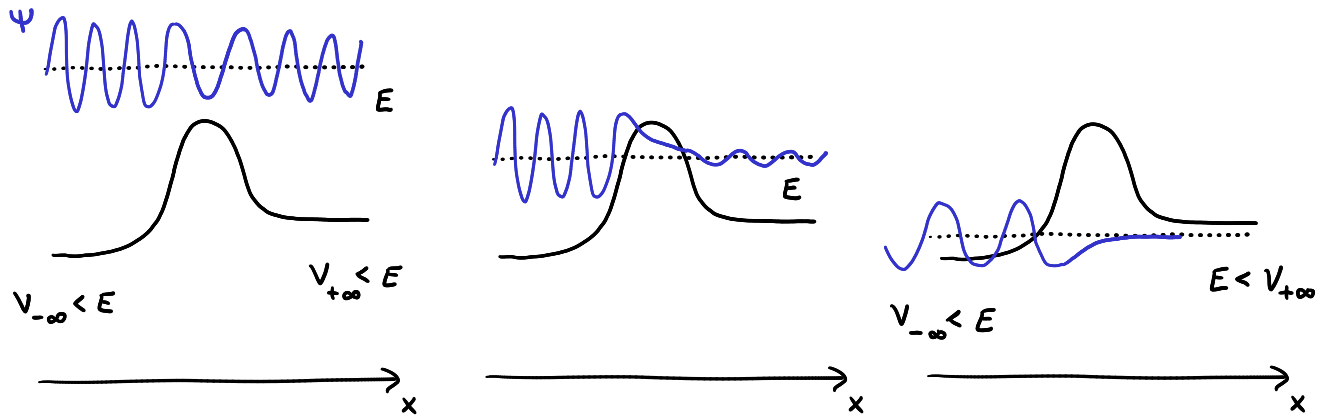
- polonekonečná a nekonečná jáma

- soubor řešení jako v první případě,

Ψ navíc splňuje buď $\Psi(x_0) = 0$

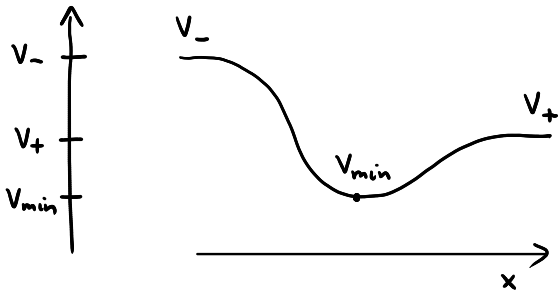
nebo $\Psi(x_1) = \Psi(x_2) = 0$

2) rozptylové stavy



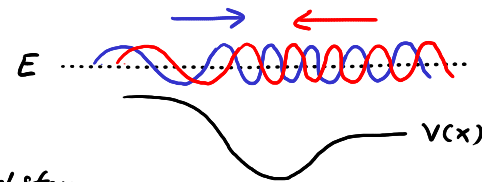
- spojité spektrum vlastních energií (pro každou E z určitého intervalu existuje Ψ)
- oscilující Ψ v $x \rightarrow -\infty$ a/nebo $x \rightarrow +\infty$ („běžící“ částice)
- nedegenerované ($E < \max V_{-\infty}, V_{+\infty}$) nebo degenerace 2 ($E > \max V_{-\infty}, V_{+\infty}$)

3) kombinace pro potenciál s konečnou jímou (jen jedna možnost pro ilustraci)



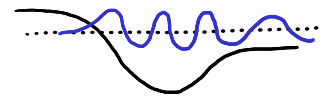
pa'smo $E > V_-$

- spojité spektrum vlastních energií
- pro každou energii dva nezávislé rozptylové stavy



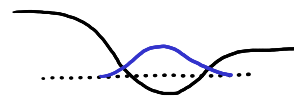
pa'smo $V_+ < E < V_-$

- spojité spektrum vlastních energií
- pro každou energii jeden rozptylový stav



pa'smo $V_{\min} < E < V_+$

- diskrétní spektrum vlastních energií (konečný počet)
- sada nedegenerovaných vázaných stavů



pa'smo $E < V_{\min}$

- řešení neexistuje

Pozn. Normovat (na $\int_{-\infty}^{\infty} |\Psi|^2 dx = 1$) lze jen vázané stavy, rozptylové dávají $\int_{-\infty}^{\infty} |\Psi|^2 dx \rightarrow \infty$