

1. Dokažte, že pro volnou částici  $[\hat{p}_x, \hat{H}] = [\hat{p}_y, \hat{H}] = [\hat{p}_z, \hat{H}] = 0$ . Jaký je fyzikální význam tohoto zjištění?
2. S jakou pravděpodobností se bude částice, uvězněná v jednorozměrné nekonečně hluboké pravoúhlé potenciálové jámě o délce  $L$ , vyskytovat mezi 0 a  $L/2$ . Uvažujte případ, že se částice nachází v základním a pak v prvním excitovaném stavu.
3. Vlnová funkce základního stavu atomu vodíku je  $\Psi = \sqrt{\frac{1}{\pi a_0^3}} e^{-R/a_0}$ , kde  $a_0 = 53 \text{ pm}$ . Vypočítejte nejpravděpodobnější vzdálenost výskytu elektronu od jádra. Uvažujte, že funkce je sféricky symetrická a že je tudíž třeba uvažovat pravděpodobnost výskytu částice v objemovém elementu  $4\pi R^2 dR$ .
4. Uvažujte chemickou vazbu X—H, kde X je významně těžší atom než vodíkový atom. Uvažujte harmonicky vibrující atom H s vibračním kvantovým číslem  $n = 2$ . V jakých vzdálenostech od X je nulová pravděpodobnost výskytu protonu? Hmotnost protonu  $m_p$  je  $1.7 \times 10^{-27} \text{ kg}$ , silová konstanta  $k = 500 \text{ N m}^{-1}$  a rovnovážná vazebná délka je  $120 \text{ pm}$ . **Nápověda:** Hermitův polynom pro  $n = 2$  se rovná  $4y^2 - 2$ , kde  $y = \alpha^{1/2} x$  a  $\alpha = (4\pi^2 k m_H / h^2)^{1/2}$ .
5. Pro molekulu HF spočítejte energii záření (v  $\text{cm}^{-1}$ ) potřebnou k excitaci ze základní vibrační hladiny na hladinu s  $v = 5$  (tedy pátou vibračně excitovanou hladinu). Silová konstanta pro molekulu HF je  $964 \text{ N/m}$ . ( $A_r(\text{F}) = 19$ ).

Konstanty:

Hmotnost elektronu  $m_e : 9.109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

Rychlost světla  $c : 2\,997\,924\,58 \text{ m/s}$

Planckova konstanta  $h : 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

Náboj elektronu:  $1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$