

## Úlohy k přednášce Teoretická fyzika II

1. Jakým napětím je třeba urychlit elektron, aby měl energii dostatečnou k excitaci atomu vodíku ze základního do excitovaného stavu?
2. Elektron a pozitron se mohou po srážce změnit v dvojici fotonů. Jaký fyzikální zákon brání tomu, aby vznikl jediný foton?
3. Popisují vlnové funkce  $\psi(x)$  a  $\chi(x) = e^{i \sin x} \cdot \psi(x)$  stejný stav? Odpověď zdůvodněte.
4. Dokažte, že pro nečasovou Schrödingerovu rovnici s reálnou potenciální energií vyhovuje reálná i imaginární část vlnové funkce stejné rovnici.
5. Dokažte, že operátor kvadrátu momentu hybnosti komutuje s libovolnou složkou momentu hybnosti.
6. Určete, které z následujících operátorů jsou lineární, a v případě, že jsou, posuďte, zda jsou hermiteovské.  
a)  $\hat{A}f = f^*$    b)  $\hat{A}f = f^2$    c)  $\hat{A}f = \frac{df}{dx}$    d)  $\hat{A}f = \frac{1}{f}$   
e)  $\hat{H}\hat{B} - \hat{B}\hat{H}$ , kde  $H$  je Hamiltonův operátor.
7. Určete vlnovou funkci stacionárního stavu pro částici v jednorozměrné pravoúhlé potenciálové jámě pro případ, že energie částice  $E$  je rovna hloubce jámy  $u_0$ .
8. Elektron v základním stavu atomu vodíku má vlnovou funkci  $\psi(x) = N \cdot e^{-\frac{k}{a_B}}$ , kde  $a_B$  je Bohrov magnetron. Přesvědčte se, že funkce vyhovuje Schrödingerově rovnici pro stacionární stav, a určete energii stavu. Dále určete střední a nejpravděpodobnější vzdálenost elektronu od jádra atomu.
9. Určete střední hodnotu, medián a modus Maxwellova rozdělení pro velikost rychlosti molekuly ideálního plynu.
10. „Tatínku, proč topíme?“ ptal se chlapec. „Aby bylo v místnosti tepleji“, odpověděl tatínek. „Aby energie plynu v místnosti byla větší“, prohlásil školou poučený starší bratr. Měli pravdu oba nebo jen jeden z nich?
11. V souvislosti s černobylskou havárií kdysi v novinách psali:  
„Největší nebezpečí obyvatele oblasti teprve čeká. Beton sarkofágu obsahuje ve svých pórech izotopy plutonia, jehož poločas rozpadu je 14,6 roku. Nyní uplynulo 13 let. Za několik měsíců se plutonium začne přeměňovat v izotop americia, jehož poločas rozpadu je už 400 let. A právě americium je schopno odstartovat tisíce mikroskopických jaderných reakcí.“ Posuďte text jako fyzikové.
12. Odhadněte, kolik molekul vzduchu obsahuje zemská atmosféra a kolik molekul vody obsahují světová moře.