

# Kvantová, atómová a subatómová fyzika

STAVBA ATÓMOV

ILUSTRÁČNÉ PROBLÉMY

3.11.2021

**Príklad 1.** Ukážte, že počet stavov s rovnakým kvantovým číslom  $n$  je  $2n^2$ . Koľko kvantových stavov sa nachádza vo vrstve s  $n = 5$ ?

**Príklad 2.** Elektróny sú uzavreté v krabici tvaru kocky s hranou dĺžky  $L$ .

a. Určte energiu základného stavu 8 elektrónov v násobkoch veľičiny  $h^2/8mL^2$ . Predpokladajte, že elektróny spolu neinteragujú, ale berte do úvahy ich spin.

V rovnakých jednotkách určte energiu

b. prvého excitovaného stavu

c. druhého excitovaného stavu

d. tretieho excitovaného stavu

e. zostrojte diagram s prvými štyrmi energetickými hladinami

**Príklad 3.** Aké sú kvantové čísla oboch elektrónov v atóme hélia v základnom stave.

**Príklad 4.** Zapište všetky stavy v elektrónovom obale uránu.

**Príklad 5.** Predpokladajte, že elektrón nemá spin, ale Pauliho vylučovací princíp stále platí. Ktoré prvky by boli v takom prípade vzácnymi plynmi?

**Príklad 6.** Jedna sekunda je zadefinovaná pomocou dvoch stavov hyperjemnej štruktúry základného stavu atómu cézia. Aká je elektrónová konfigurácia cézia? Ktorý elektrón určuje hladiny hyperjemnej štruktúry?

**Príklad 7.** Aké minimálne napätie musíme použiť v röntgenke, aby vzniknuté žiarenie malo vlnovú dĺžku 0,100 nm?

**Príklad 8.** Vlnová dĺžka čiary  $K_\alpha$  železa je 193 pm. Aký je rozdiel medzi dvoma energetickými hladinami železa, ktoré zodpovedajú tejto čiare?

**Príklad 9.** Väzbové energie na vrstvách  $K$  a  $L$  v atóme medi sú 8,979 keV a 0,951 keV. Röntgenové žiarenie zodpovedajúce čiare  $K_\alpha$  medi dopadá na kryštál soli a vychádza po Braggovom odraze 1. rádu pod uhlom  $74,1^\circ$  k rovine rovnobežnej s rovinami sodíku v kryštáli. Aká je vzdialenosť medzi týmito rovnobežnými rovinami?

**Príklad 10.** Vlnocet je daný vzťahom  $\bar{\nu} = \nu/c$ . Vlnočty žiarenia, ktoré zodpovedá módom niektorých molekúl, sú v nasledujúcej tabuľke.

molekula	$\bar{\nu}$ [ $\text{cm}^{-1}$ ]	molekula	$\bar{\nu}$ [ $\text{cm}^{-1}$ ]	molekula	$\bar{\nu}$ [ $\text{cm}^{-1}$ ]	molekula	$\bar{\nu}$ [ $\text{cm}^{-1}$ ]
I <sub>2</sub>	215	HCl	2990	N <sub>2</sub>	2360	CO	2170
H <sub>2</sub>	4395	HF	4193	F <sub>2</sub>	892	HBr	2650
Cl <sub>2</sub>	565	HI	2310	O <sub>2</sub>	1580	NO	1883

Určte silovú konštantu týchto molekulárnych väzieb. Ktoré väzby sú podľa vás jednoduché a ktoré sú viacnásobné?

**Príklad 11.** Disociačná energia molekuly H<sub>2</sub> je  $D_0 = 432$  kJ/mol. Určte energiu potrebnú na disociáciu jednej molekuly.

**Príklad 12.** Hypotetický atóm má len dve energetické hladiny vzdialené od seba 3,2 eV. V atmosfére hviezdy je v každom kubickom centimetri  $6,1 \cdot 10^{13}$  takýchto atómov v stave s vyššou energiou a  $2,5 \cdot 10^{15}$  v stave s nižšou energiou. Určte teplotu hviezdy.

**Príklad 13.** Hypotetický atóm má len dve energetické hladiny a vyžaruje svetlo s vlnovou dĺžkou 580 nm. Teplota aktívneho média je 300 K. V stave s nižšou energiou je  $4,0 \cdot 10^{20}$  atómov.

a. Koľko atómov je v stave s vyššou energiou ak je systém v stave termodynamickej rovnováhy.

b. Predstavte si, že inými procesmi je  $3,0 \cdot 10^{20}$  atómov excitovaných do stavu s vyššou energiou a  $1,0 \cdot 10^{20}$  atómov ostáva na nižšej hladine. Aká maximálna energia môže byť uvoľnená v jednom pulze, ak v každom atóme prebehne najviac jeden prechod (absorpcia alebo stimulovaná emisia)?