

VAJE TEORETIČNA ASTROFIZIKA
9. december 2020

1. Pri predavanjih smo omenili particijsko funkcijo Z , ki jo lahko izračunamo če upoštevamo energijo j -tega nivoja E_j za elektrone v atomu ter degeneracijo g_j tega nivoja:

$$Z = g_1 + \sum_{j=2}^{\infty} g_j e^{-(E_j - E_1)/kT}.$$

Izračunaj particijsko funkcijo za osnovno stanje vodika pri temperaturi $T = 10.000$ K, pri tem upoštevaj samo prve tri termine.

2. V Sončevi fotosferi ($T = 5770$ K) je približno 500.000 atomov vodika za vsak atom kalcija. Oцени relativno moč absorpcijskih črt zaradi vodika (Balmerjeve črte) in zaradi kalcija (Ca II H in K). Tlak elektronov je $p_e = 1,5$ N/m².

- (a) Izračunaj delež atomov vodika, ki so v prvem vzbujenem stanju in lahko proizvede Balmerjeve absorpcijske črte, N_2/N_{tot} . Uporabi $\chi_I = 13,6$ eV.
- (b) Izračunaj razmerje med (enkrat) ioniziranimi in neioniziranimi atomi kalcija. Pri tem upoštevaj $\chi_I = 6,11$ eV, $Z_I = 1,32$ in $Z_{II} = 2,3$.
- (c) Izračunaj koliko ionov kalcija je v osnovnem stanju in lahko ustvarijo absorpcijske črte Ca II (K črta pri $\lambda = 393,3$ nm in H črta pri $\lambda = 396,8$ nm). Za prvo vzbujeno stanje velja $E_2 - E_1 = 3,12$ eV in degeneracija za stanji je $g_1 = 2$ in $g_2 = 4$.
- (d) Izračunaj koliko atomov glede na vse atome kalcija je sposobnih ustvariti H in K absorpcijske črte.
- (e) Oцени kolikokrat močnejše so črte kalcija glede na Balmerjeve črte.

a) $4,96 \cdot 10^{-9}$; b) 903; c) 1/265; d) 0,995; e) 1/400.

3. Predpostavimo zvezdno atmosfero iz helija. Izračunaj temperaturo v sredini ionizacijskega območja, kjer je polovica atomov He I ioniziranih. Ionizacijske energije za nevtralni helij in enkrat ioniziran helij so $\chi_I = 24,6$ eV in $\chi_{II} = 54,4$ eV. Particijske funkcije so $Z_I = 1$, $Z_{II} = 2$ in $Z_{III} = 1$ (kot bi pričakovali v primeru popolnoma ioniziranih atomov). Uporabi $p_e = 20$ N/m² za tlak elektronov.

- (a) Izračunaj N_{II}/N_I in N_{III}/N_{II} za temperature 5000, 15000 in 25000 K.
- (b) Izračunaj N_{II}/N_{tot} .
- (c) Kolikšna je temperatura v sredini delnega ionizacijskega območja za He I?

$T = 1 - 1,5 \cdot 10^4$ K

Morebitne napake sporočite na: dunja.fabjan@fmf.uni-lj.si