

Astroúloha

Zadání

Užitím Sahovy rovnice vypočítejte poměr počtu H^- iontů a neutrálních vodíkových atomů ve fotosféře Slunce. Efektivní povrchová teplota Slunce je 5 780 K, elektronový tlak předpokládejte $\log P_e = 0,2$ Pa, ionizační energie je $\chi_i = 0,75$ eV. Pauliho vylučovací princip vyžaduje existenci jednoho stavu pro iont, tudíž oba elektrony musí mít opačné spiny. V atmosféře Slunce pouze jeden z 10^7 vodíkových atomů vytváří podle reakce $H + e^- \rightarrow H^- + \gamma_{iont} H^-$.

Řešení

Sahova rovnice v obecném tvaru vypadá takto:

$$\log \frac{N_{i+1}}{N_i} = \frac{N(HI)}{N(H^-)} = \frac{2}{N_e} \frac{Z(HI)}{Z(H^-)} \cdot \left(\frac{2\pi m_e kT}{h^2} \right)^{\frac{3}{2}} \cdot e^{-\frac{\chi}{kT}} \quad (1)$$

Kde k je Boltzmanova konstanta, h je Planckova konstanta a m_e je hmotnost elektronu. Hodnoty těchto konstant jsou známé, $N_e = 2 \cdot 10^{19} m^{-3}$ a $\frac{Z(HI)}{Z(H^-)} = 2$ (jedná se o vodík). Za i v našem případě dsazujeme 0, jelikož chceme poměr vodíku neutrálního a jednou ionizovaného.

Zadané hodnoty a konstanty pak pouze zbývá dosadit do Sahovy rovnice. Výsledný poměr je $\frac{N(HI)}{N(H^-)} = 4.71 \cdot 10^7$.

Diskuse řešení

Po dosazení známých hodnot a konstant jsme zjistili poměr neutrálního vodíku a záporných vodíkových iontů. Výsledná hodnota nám říká, že fotosféra Slunce je složena převážně z vodíku neutrálního. Pouze jeden z $4.71 \cdot 10^7$ atomů vodíku zde existuje ve formě iontu H^- .