Ranné fáze vesmíru

Příklad 1.

Určete jak přispívá CMB ke celkové hustotě ve vesmíru, tedy parametr Ω_{CMB}. *Jaká je číselná hustota CMB fotonů ? Porovnejte to s příspěvkem fotonů, emitovanými hvězdami za předpokladu konstatní hustoty luminosity galaxií* $L_\rho \approx 2.10^8$ $L_{\rm solar}$ Mpc^{-3}.

Příklad 2.

Celková svítivost hvězd v naší galaxii je. Předpokládejte, že se luminosita galaxie $L \approx 2.310^{10}$ $L_{\rm solar}$ *neměnila na Hubblově škále. Pro většinu hvězd v galaxii je zdrojem energie přeměna vodíku* H *v hélium* ^4He, *při které se uvolňuje 28.4 MeV na každý utvořený héliový nukleon. Kolik těchto nukleonů se vytvořilo během Hubblova času, za předpokladu, že je toto jediný zdroj energie. Pokud je celková hmotnost baryonové hmoty naší galaxie* $M \approx 10^{11}$ $M_{\rm solar}$, *o jaké množství se zvýšila primordiální hodnota abundance helia ?*

Příklad 3.

Ukažte, že číselná hustota fotonů reliktního pozadí v době rekombinace (T=3000K) s energií nad 13.6 eV *je* 7000 m^{-3}

Příklad 4.

Obdobně dokažte, že hustota elektronů v době rekombinace je $10^1 0\ \Omega_{\rm B} h^2\ \mathrm{m}^{-3}$. *Ukažte dále, že rekombinační fotony s energií* 13.6 eV *jsou posunuty směrem k infračervené oblasti v současnosti.*

Příklad 5.

Určete poměr protonů a neutronů za předpokladu, že jsou díky intenzivně probíhajícím reakcím v termodynamické rovnováze. Rozdíl klidové energie neutronů a protonů je $(m_n - m_p)c^2 = 1.29$ MeV. *Určete pro jaké teploty je poměr počtu neutronů a protonů statisticky stejný.*