

Domácí úkol – Zhroucení Slunce

Předpokládejte, že naše Slunce se po vyhoření zhroutlí a vznikne z něj bílý trpaslík tvořený pouze uhlíkem ^{12}C . Předpokládejte, že hustota trpaslíka je konstantní.

1. Spočítejte Fermiho energii E_F nerelativistického elektronového degenerovaného plynu a Fermiho rychlost v_F danou vztahem

$$E_F = \frac{1}{2} m_e v_F^2.$$

Vyjádřete Fermiho rychlost v násobcích rychlosti světla. Je nerelativistická aproximace oprávněná?

2. Na základě uvedených předpokladů určete poloměr vzniklého bílého trpaslíka.
3. Předpokládejte, že degenerovaný elektronový plyn je ultrarelativistický a určete Chandrasekharovu mez. Najděte její číselnou hodnotu vyjádřenou v násobcích hmotnosti Slunce.
4. Je-li hvězda těžší, než kolik udává Chandrasekharova mez, dojde k jejímu dalšímu zhroucení a vznikne neutronová hvězda. Spočítejte mezní hmotnost pro sférickou hvězdu o konstantní hustotě tvořenou degenerovaným neutronovým plynem (nazývá se Tolmanova-Oppenheimerova-Volkoffova mez) a vyjádřete ji v násobcích hmotnosti Slunce.

Poznámka: Předpoklad konstantní hustoty je velmi hrubý. Po započtení hustoty správně rostoucí s hloubkou pod povrchem a dalších korekcí vycházejí obě meze nižší.