

2009 年度 宇宙科学 II (関井) 期末レポート課題

以下の設問に答えよ。提出先：教務課、形式：A4 (氏名、学生証番号を忘れずに)、提出締切：7 月 21 日

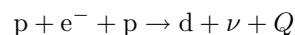
問 1 . 太陽は温度 T_0 の黒体放射をしており、太陽から距離 D のところに半径 $a (\ll D)$ の黒体の球があるとする。太陽半径は $R_0 (\ll D)$ 、Stefan-Boltzmann 定数は σ として、以下の問に答えよ。

1. この球体が太陽から単位時間に受ける放射熱を求めよ。
2. この球体が温度 T の時に、単位時間に放射する熱を求めよ。
3. 十分長い時間の後、この球体の温度は T_1 に達したとする。 T_1 を求めよ。
4. 球体のかわりに、半径 b の黒体円板を太陽に向けて置いたとして¹、十分長い時間の後のこの円板の温度 T_2 を求めよ。

問 2 . 質量が M 、半径が R で密度が一定の球対称の星の平衡状態を考える。

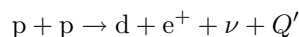
1. この星の内部の圧力 P を、中心からの距離 r の関数として求めよ。万有引力定数は G とし、表面での圧力はゼロとする。
2. 単位体積あたりの熱エネルギーは $3P/2$ であるとして、この星の熱エネルギー E_{th} を求めよ。
3. この星の重力エネルギー E_{grav} を求めよ。
4. 全エネルギー $E = E_{\text{grav}} + E_{\text{th}}$ を求めよ。
5. この星を全体としてみた時の比熱に関してどんなことが言えるか、簡潔に記せ。

問 3 . 太陽内部で起こる pp チェーン反応のうち、いわゆる pep 反応



について考える。

1. ニュートリノのエネルギー E_ν を反応熱 Q と重陽子の質量 m_d とで表わせ。ただし、重陽子の運動量の絶対値を P_d 、ニュートリノの運動量の絶対値を P_ν とした時、重陽子の運動エネルギーは $P_d^2/2m_d$ 、ニュートリノのエネルギーは $P_\nu c$ とせよ (c は真空中の光速)。また、反応前の各粒子は静止していたと考えてよいことにする。
2. 反応熱 $Q = 1.44 \text{ MeV}$ 、重陽子の静止質量エネルギー $m_d c^2 = 1875.61 \text{ MeV}$ として、 E_ν を有効数字 3 桁 (単位 MeV) で求めよ。
3. 別の反応



から生じるニュートリノのエネルギーについては何が言えるか。ただし反応熱 $Q' = 0.42 \text{ MeV}$ である。

4. いわゆる太陽ニュートリノ問題について、以下のキーワードを用いて簡単に説明せよ。
キーワード： Davis の実験、カミオカンデ、ニュートリノ振動、非標準太陽モデル、日震学

¹円板面に立てた垂線上に太陽が位置する向き。