

宇宙科学 2003 前期テスト

解答に当たっては、必要ならば以下の数値を用いよ。1 AU = 1.50 × 10<sup>8</sup> Km、太陽質量  $M = 1.99 \times 10^{30}$  kg、重力定数  $G = 6.67 \times 10^{-11}$  Nm<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>。ただし、必要でないものも混ざっているので注意。

1. 以下の設問に答えよ。

(a) 海王星が太陽周りを円軌道していると仮定しよう。またその公転軌道半径を 30 AU とする。海王星の公転軌道速度と公転周期を有効数字 2 桁で求めよ。

(b) ある銀河の見かけの等級が 15 等級であったとしよう。同じ距離にある別の銀河が 100 倍明るければ、見かけの等級は何等級か。

(c) 太陽系から 100 pc 以内に存在する太陽系外恒星までの距離測定法について、5 行程度で説明せよ。

2. 宇宙項のみが存在する場合、宇宙のスケール因子  $a$  は以下のような方程式に従う。

$$\left(\frac{da}{dt}\right)^2 = \frac{\Lambda c^2}{3} a^2 \quad (1)$$

ただし、 $\Lambda (> 0)$  は宇宙項を表し、また  $a$  は時間のみに依存する関数である。以下では簡単のために、 $A^2 = \Lambda c^2 / 3$  と置こう(ただし  $A > 0$ )。

(a) ある時間  $t = t_0$  において、 $a = a_0$  であるという条件の下で方程式 (1) を解いて、 $a$  を時間の関数で表せ。

(b) ある時刻  $t = t_1$  におけるハッブルパラメータを求めよ。

3. ある球状の銀河が存在すると仮定しよう。その銀河の密度分布が次のような形であったとする。

$$\rho(r) = \begin{cases} \rho_0 (1 - r^2/r_0^2) / (1 - r_c^2/r_0^2) & r \leq r_c \\ \rho_0 r_c^2 / r^2 & r \geq r_c \end{cases}$$

ただし、 $\rho_0, r_c, r_0$  は定数である。以下では、 $R$  が  $r_c$  よりも大きい時と小さい時の場合分けして解答せよ。

(a) ある半径  $R$  以内に含まれる質量を求めよ。

(b) 銀河中心の周りを円軌道している恒星があったとしよう。その恒星の軌道速度を、軌道半径を  $R$  として求めよ。また軌道半径を横軸に、軌道速度を縦軸にとって解答を図示せよ。ただし、 $R$  が  $r_c$  よりも十分に大きいところまで考慮して図を描け。

4. 宇宙はビッグバンとともに高温、高密度な状態から始まり、現在に至ったと考えられる。その証拠を 2 つ挙げ、また証拠となる根拠を 2, 3 行程度で説明せよ。