

2014年度 冬学期 系外惑星講義 レポート課題 (須藤靖担当分)

提出期限：2014年12月22日(月) 17:00

(この期限を過ぎたものは受け付けないので注意すること)

提出場所：理学部一号館2階208号室 物理教室教務

講義の中で、宇宙の天体諸階層がミクロな物理法則に支配されていることを示す例として、それらの物理的条件を定義して、導かれるスケールを物理定数で書き下す議論を紹介した。その結果を以下の表にまとめておく。この中から（あるいはこれ以外の天体階層を考えても良い）一つを選び、対応するスケールを具体的に導出せよ。この類いの議論は、あくまで定性的なものとして解釈した方が良く、よく考えてみると強引な部分、あるいは異なる結果が導かれることがあるかもしれない。したがって、必ずしも以下の結果をそのまま再現する必要はなく、それに対する批判／反論であっても差し支えない（というか、大いに歓迎する）。また、その結果を具体的に数値で表し、実際の天体の典型的スケールと比較して、用いた議論の近似の妥当性について論ぜよ。

天体	条件	導かれるスケール
惑星	自己重力が構成物質の構造を変化させない	$M = m_p(\alpha_E/\alpha_G)^{3/2}$ $R = (\alpha_E/\alpha_G)^{1/2}r_B$
恒星	中心温度が核融合が起きるほどの高温になる	$M = (m_p/m_e)^{3/4}(\alpha_E/\alpha_G)^{3/2}m_p$ $R = (m_e/m_p)^{1/4}(\alpha_E/\alpha_G)^{1/2}r_B$
白色矮星	電子の縮退圧で重力を支える	$M = (1/\alpha_G)^{3/2}m_p$ $R = (\alpha_E/\alpha_G^{1/2})r_B$
中性子星	中性子の縮退圧で重力を支える	$M = (1/\alpha_G)^{3/2}m_p$ $R = (\alpha_E/\alpha_G^{1/2})(m_e/m_p)r_B$
銀河	ガスの輻射冷却によってエネルギーを開放し収縮する	$M = (\alpha_E^5/\alpha_G^2)(m_p/m_e)^{1/2}m_p$ $R = (\alpha_E^4/\alpha_G)(m_p/m_e)^{1/2}r_B$
銀河団	密度ゆらぎが成長し非線形になり自己重力系を形成する	$M \sim 1.5 \times 10^{14}h^{-1}M_\odot$ $R \sim 1h^{-1}\text{Mpc}$