

2007 冬予想解答？

問題 1

1. 半径 R の星の光度 L は単位面積あたりのエネルギーフラックスを f とすると $L=4\pi R^2 f$ と表せる。ここで、ステファン・ボルツマンの式 $f=\sigma T^4$ より、 $L=4\pi R^2 \sigma T^4$ となる。これは星の温度が上がるほど星が明るくなることを表す。
2. 2010 夏の 1-3 参照
3. 恒星内部の核反応によって鉄までの重元素がつくられ、超新星爆発によって宇宙空間にばらまかれた。鉄より重い元素はこの際の高エネルギーガンマ線によって鉄から生まれ、ばらまかれる。
4. 半径の収縮の影響で周期的に明るさが変化する変星の総称で、絶対光度が明るいほど周期が長い、周期-光度関係がある。この性質を利用して星までの距離を測定できる。
5. 2010 夏の 4 を参照。あの内容をまとめればいいです。

問題 2

2008 夏の 3 を参照

問題 3

1. $R\Omega^2 < \frac{GM}{R^2} \Leftrightarrow R^3 < \frac{GM}{\Omega^2}$
 $\Omega = \frac{2\pi}{T}$ より、 $R^3 < \frac{GMT^2}{(2\pi)^2}$
2. (1)より上限値 R_{limit} は
$$R_{limit} = \left(\frac{7 \cdot 10^{-8} \times 1.4 \cdot 2 \cdot 10^{33} \times (1.5 \cdot 10^{-3})^2}{(2 \times 3.14)^2} \right)^{1/3} \approx 2 \times 10^6 \text{ cm} = 20 \text{ km}$$
3. (1)の式より、 $T > 2\pi \sqrt{\frac{R^3}{GM}} = 2 \times 3.14 \times \sqrt{\frac{(6 \times 10^8)^3}{7 \cdot 10^{-8} \times 2 \cdot 10^{33}}} \approx 8 \text{ s}$
よって最短周期は 8 秒。

問題 4

試験範囲外のため略。