

2008 冬予想解答？

問題 1

1. 2010 夏の 1-1 を参照
2. 2009 夏の 1-4 を参照
3. 2010 夏の 1-3 を参照
4. 2010 夏の 1-5 を参照
5. 2009 夏の 1-5 を参照

問題 2

1. 地球の軌道半径を求めるためにレーダーエコー実験を行う。レーダーエコー実験とは地上から電波を金星または火星に向かって発射し、地上に帰ってくるまでの時間を測る実験である。このときの時間を t 、地球、金星(火星)の軌道半径をそれぞれ a_3 、 a_4 とすると $|a_3 - a_4| = \frac{1}{2}ct$ であり、ケプラーの第三法則 $(a_i)^3 \left(\frac{2\pi}{P_i}\right)^2 = GM$ 。と連立させることで地球の軌道半径を得ることができる。
2. 星までの距離は三角測量の原理を使って求める。地球の公転に伴って星が天球上を角度 θ だけ移動したとすると、その星までの距離 d は $d = \frac{a_3}{\tan \theta} \approx \frac{a_3}{\theta}$ と表せる。ここで年周視差を p とすると、 $d = \frac{a_3}{\pi p / (180 \times 60 \times 60)} \approx \frac{3 \times 10^{16}}{p} (m)$ となる。したがってこの $3 \times 10^{16} m$ を 1 パーセク (pc) とおくと $d = \frac{1}{p} pc$ と非常に簡単に表せる。
3. 年周視差が測定できないほど遠方の星までの距離の測定にはセファイドの周期-光度関係を使う。これはセファイドの変光周期が長いほどセファイドの絶対光度が明るいという関係で、セファイドの周期を測ることでセファイドの絶対等級がわかり、等級と距離の関係式 $M = m + 5 - 5 \log(d)$ よりセファイドまでの距離がわかる。

問題 3

- A) ゼロ年齢主系列
- B) 中心の対流核全体で水素が燃え尽きる
- C) ヘリウム核の周りの水素に火が着き、水素殻燃焼に移る。ヘリウム核の収縮によって水素外層が膨らむ
- D) 水素外層が全部対流層となり、林トラックに乗る。
- E) ヘリウム核の中心でトリプル・アルファ反応(ヘリウム燃焼)が始まる
- F) トリプル・アルファ反応(ヘリウム燃焼)が安定化し、水平分岐に乗る
- G) 中心でヘリウムがなくなってヘリウム殻燃焼に移る。この後恒星風が吹き始め、最終的に超新星爆発を起こす。

図省略

問題 4

1. 紙面上での銀河の移動距離を d とすると d と重ねた銀河との距離 r には比例関係があると考えられる。これを宇宙に拡大して、紙面上での変化が単位時間あたりの出来事だとすれば、比例定数を H_0 とすると $v = H_0 \times r$ が導かれる。
2. $r \rightarrow 0$ のとき、 $1/r \rightarrow \infty$ になってしまうので積分ができない。ここが誤っている。正しくは膨張速

度を一定として $t_{universe} = r/v = 1/H_0 = \frac{3.09 \cdot 10^{16} \times 10^6}{70 \times 10^3} (s) \approx 1.4 \times 10^{10} yr$ となる。

↑

ここで、 $3.09 \cdot 10^{16}$ は、1pc のメートル換算した距離です。覚えといたほうがいいのかも。
だいたい $3 \times 10^{16} m$ くらいだったな～くらいでいいと思うんで。