

# 2024 秋普通天文学试题

考试时间：2024 年 12 月 25 日 16:00~18:00，满分 100 分，闭卷考试，允许使用计算器。

免责声明：本试卷为离开考场后的回忆版，不存在任何违反考试纪律的行为。

试卷回忆者：Gaster；计算题答案提供者：Chi.Ya.

## 一、填空（每空 1 分，共 30 分）

- 1.列举三种天球坐标系。
- 2.两种太阳日的定义。
- 3.两种支架系统。
- 4.两种望远镜的类型（按光学结构分）和发明者。
- 5.行星运行的轨道形状，遵循的运动定律。
- 6.日食和月食发生的月相。
- 7.八大行星中的内行星和外行星。
- 8.两天体间作用力，地球潮汐的主要来源，当天体会被撕碎的极限距离。
- 9.脱离主序星的恒星演化成不能产生能量的星体，它的三种类型。

## 二、论述（每题 9 分，共 45 分）

- 1.说明不同地点观察周日视运动的不同，必要时可以画图说明。
- 2.说明赫罗图为什么能反映恒星的演化状态。基于恒星的状态，举例说明赫罗图可以用来研究的天文现象。
- 3.说明类太阳恒星从星云到主序星和脱离主序星至致密星的两个演化过程，并在赫罗图上大致画出演化过程。
- 4.列举三种探测太阳系外行星的方法和其原理，并结合所学物理学知识试设计观测行星的实验。
- 5.通过数学公式演算，说明天文望远镜为什么口径越大，天文观测效果越好。

## 三、计算（第一题 10 分，第二题 15 分，共 25 分）

- 1.已知天狼星的周年视差为  $0.38''$ ，视星等  $m_v = -1.46$ ，通过视差测距法求天狼星和地球的距离（用光年表示），并求天狼星的绝对星等。
- 2.已知谷神星的质量  $9.43 \times 10^{20} \text{kg}$ ，直径  $950 \text{km}$ ，近日点距离为  $3.8 \times 10^{11} \text{km}$ ，离心率  $0.08$ ，求谷神星远日点距离、绕日轨道周期和表面逃逸速度（ $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{m}^3 \text{kg}^{-1} \text{s}^{-2}$ ）

15. (10 分) 已知天狼星的周年视差为  $0.38''$ ，视星等  $m_v = -1.46$ ，通过视差测距法求天狼星和地球的距离（用光年表示），并求天狼星的绝对星等。

根据视差测距公式：

$$d = \frac{1}{p}$$

已知  $p = 0.38''$ ，代入公式：

$$d = \frac{1}{0.38} = \frac{50}{19} \text{ pc} \approx 8.583 \text{ ly}$$

绝对星等要利用：

$$M_v = m_v - 5 \log_{10}(d) + 5$$

已知  $m_v = -1.46$  和  $d = \frac{50}{19}$ ，代入公式得：

$$M_v \approx 1.439$$

$$d \approx 8.583 \text{ ly}, M_v \approx 1.439$$

16. (15 分) 已知谷神星的质量  $9.43 \times 10^{20} \text{ kg}$ ，直径  $950 \text{ km}$ ，近日点距离为  $3.8 \times 10^{11} \text{ m}$ ，离心率  $0.08$ ，求谷神星远日点距离、绕日轨道周期和表面逃逸速度。（太阳质量为  $M_\odot = 1.99 \times 10^{30} \text{ kg}$ ， $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$ ）

根据轨道力学公式，远日点距离  $r_a$  和近日点距离  $r_p$  的关系为：

$$r_a = r_p \cdot \frac{1+e}{1-e}$$

代入数据可求得：

$$r_a \approx 4.46 \times 10^{11} \text{ m}$$

根据万有引力定律和圆周运动公式，对小离心率椭圆轨道近似处理可知：

$$T^2 = \frac{4\pi^2 a^3}{GM_\odot} = \frac{4\pi^2 \left(\frac{r_a+r_p}{2}\right)^3}{GM_\odot} = \frac{\pi^2 (r_a+r_p)^3}{2GM_\odot}$$

即

$$T = \sqrt{\frac{\pi^2 (r_a+r_p)^3}{2GM_\odot}} \approx 144748973 \text{ s} \approx 4.59 \text{ 年}$$

逃逸速度：高中玩过这个， $D = 950000 \text{ m}$ ，

$$v_2 = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = 2\sqrt{\frac{GM}{D}} \approx 514.62 \text{ m/s}$$

远日点距离： $4.46 \times 10^{11} \text{ m}$ ，绕日轨道周期： $4.59 \text{ 年}$ ，表面逃逸速度  $514.62 \text{ m/s}$ 。