

哈尔滨工业大学（深圳）2025 年春季学期

普通天文学期末试题（A）

考试时间：2025 年 6 月 25 日 16:00-18:00，满分 100 分，闭卷考试，可以使用计算器。

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。

回忆者：ambulance，哈基米，月球下的人。排版者：Gaster

一、选择题（每题 1 分，共 20 分）

二、填空题（每空 1 分，共 10 分）

三、简答题（每题 5 分，共 20 分）

- 1.日心说的优势。
- 2.折射式望远镜和反射性望远镜的区别，它们各自的优缺点。
- 3.开普勒三定律。
- 4.太阳系形成的“星云假说”。
- 5.宇宙距离阶梯的各种测量方法名称和适用范围（写出两个即可），在不同尺度上如何校准测量距离。

宇宙距离阶梯核心分层与测距方法

(按观测距离由近及远排序)

距离范围	测量方法	适用范围与技术特点
1 AU 级	雷达波测距法	太阳系内行星/卫星的精确测量（如月球激光测距误差≤毫米）
≤200 pc	三角视差法	银河系近邻恒星（盖亚卫星已扩展至数千pc精度）
≤10,000 pc	主序星拟合/脉泽源	银河系内恒星团（如毕星团距离校准）
≤25 Mpc	造父变星法	邻近星系（仙女座M31：778 kpc）需多波段消光修正
≤200 Mpc	Ia型超新星	星系团尺度（红移 $z\sim0.05$ ），依赖前期校准光源
**≥1 Gpc**	哈勃定律（红移法）	宇宙学尺度（ $z>0.1$ ），需BAO/CMB校准哈勃常数 $H_0$

#### 四、问答题（共 30 分）

##### 1. 恒星光谱

- (1) 恒星光谱揭示了怎样的恒星结构？
- (2) 为什么恒星光谱能看出化学成分组成？
- (3) 恒星光谱还能揭示什么？

##### 2. 望远镜

- (1) 望远镜的性能指标有哪些？
- (2) 为什么现代望远镜使用反射镜而不是折射镜？给出两个原因。
- (3) 主动光学和自适应光学的意义是什么？望远镜在太空探测的意义是什么？

##### 3. 恒星演化

- (1) 为什么大质量的恒星寿命短？
- (2) 大质量恒星（大于 8 倍太阳质量）是如何演化的？中小质量恒星是如何演化的？
- (3) 不同质量恒星对宇宙元素的贡献。

##### 4. 黑洞

- (1) 黑洞为什么有去无回？
- (2) 如何探测黑洞？
- (3) 黑洞质量能减少吗，怎么减少？
- (4) 什么是视界？

## 五、计算题（共 20 分）

1. 一颗恒星的自行运动为  $\mu_\delta = 0.1$  角秒/年,  $\mu_\alpha = 0$  角秒/年（分别是赤纬和赤经方向的自行运动），这颗恒星的视向速度是  $v_r = 20$  公里/秒。如果它位于：  
(a) 距离 20pc 处；(b) 距离 100pc 处。它相对于我们的速度是多少？

参考答案：该恒星自行  $\mu = \sqrt{\mu_\delta^2 + \mu_\alpha^2 \cos^2 \delta} = 0.1''/\text{year}$   
根据秒差距的定义，可以知道 1AU ( $1.5 \times 10^8 \text{ km/s}$ ) 的弧长对应半径为 1pc，角度为 1 角秒  
因此当角度为  $\mu$  (角秒)，半径为  $R$  (pc) 时，对应的弧长  $= 1.5 \times 10^8 \times \mu \times R$ ，单位为千米  
当恒星的自行为  $\mu$  (单位：角秒每年) 时，横向速度  
 $V_t = 1.5 \times 10^8 / (365 \times 24 \times 60 \times 60) \times \mu \times R \approx 4.76 \times \mu R$ ，单位为 km。  
(a) 距离 20pc 时，横向速度  $V_t = 4.76 \times 0.1 \times 20 = 9.52 \text{ km/s}$   
速度  $V = \sqrt{V_t^2 + V_r^2} = 22.15 \text{ km/s}$   
(b) 距离 100pc 时，横向速度  $V_t = 4.76 \times 0.1 \times 100 = 47.6 \text{ km/s}$   
速度  $V = \sqrt{V_t^2 + V_r^2} = 51.63 \text{ km/s}$

2. 漩涡星系光度  $L \propto V_{\max}^4$  (其中  $V_{\max}$  为最大旋转速度)。已知近邻星系 A 的距离  $D_A = 20$  Mpc，最大旋转速度  $V_A = 150$  km/s，视星等  $m_A = +11.0$ ，遥远星系 B 的最大旋转  $V_B = 300$  km/s，视星等  $m_B = +14.5$ ，利用星系 A 校准，求星系 B 的距离  $D_B$ 。

参考答案：  
已知两个星系的最大旋转速度，根据 Tully-Fisher 关系可以得到两者光度比：  
$$\frac{L_A}{L_B} = \left(\frac{V_A}{V_B}\right)^4 = \frac{1}{16}$$
  
已知 A 星系的距离和视星等，可以转换为绝对星等（注意距离的单位是 pc）：  
$$m - M = 5 \log_{10}(D) - 5$$
  
得到  $M_A = -20.505$   
已知 A 和 B 的光度比，可以计算 B 的绝对星等为：  
$$M_B = M_A + 2.5 \log_{10}\left(\frac{L_A}{L_B}\right) = -23.515$$
  
因此可以算出 B 的距离  
$$m - M = 5 \log_{10}(D) - 5$$
  
得到  $D_B \approx 401 \text{ Mpc}$