

普通天文学
第四次作业

1. 影响谱线等值宽度的天体物理因素分别有哪些？

参考答案：微观过程：自然致宽，压力致宽，多普勒致宽，湍流致宽
宏观过程：转运致宽

2. 描述一下什么是太阳中微子消失之谜？这个问题最终如何被解释？

参考答案：太阳中微子消失之谜是指实际测量到的太阳中微子数目只有理论计算值的1/3到2/3。这是由于太阳中微子在传播过程中发生了中微子振荡过程，即如果中微子有质量，那么它会在传播过程中从电子中微子(ν_e)转化为 ν_τ 和 ν_μ 。

3. 类太阳质量的恒星脱离主序星演化阶段后进入什么阶段？

参考答案：演化过程：亚巨星支 (subgiant branch)、红巨星支 (red giant branch)、氦闪(helium flash)、水平支(horizontal branch)、渐进巨星支 (asymptotic giant branch, AGB)、热脉冲 (thermal pulses)、CO核坍缩成白矮星，最终冷却为黑矮星。

4. 什么是致密星？致密星分为哪几类？白矮星和中子星分别靠什么力支撑星体？

参考答案：致密天体是在正常恒星死亡时诞生的，也就是恒星的大部分核燃料被消耗殆尽时留下的残骸。分为白矮星、中子星、黑洞。

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

参考答案：该恒星自行为 $\mu = \sqrt{\mu_\delta^2 + \mu_\alpha^2 \cos^2 \delta} = 0.1''/\text{year}$

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 μ (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 μ (单位：角秒每年) 时，横向速度

$$V_t = 1.5 \times 10^8 / (365 \times 24 \times 60 \times 60) \times \mu \times R \approx 4.76 \times \mu R, \text{ 单位为km.}$$

(a) 距离20pc时，横向速度 $V_t = 4.76 \times 0.1 \times 20 = 9.52 \text{ km/s}$

$$\text{速度 } V = \sqrt{V_t^2 + V_r^2} = 22.15 \text{ km/s}$$

(b) 距离100pc时，横向速度 $V_t = 4.76 \times 0.1 \times 100 = 47.6 \text{ km/s}$

$$\text{速度 } V = \sqrt{V_t^2 + V_r^2} = 51.63 \text{ km/s}$$

6. 一颗恒星的赤纬 $\delta=+60^\circ$ 。它的自行运动 $\mu_\alpha=0.1$ 角秒/年, $\mu_\delta=0.5$ 角秒/年, 视向速度 $v_r=20$ 公里/秒。如果它位于距离 20 pc 处, 它相对于我们的总速度是多少?

参考答案:

$$\text{该恒星自行为 } \mu = \sqrt{\mu_\delta^2 + \mu_\alpha^2 \cos^2 \delta} \approx 0.5025''/\text{year}$$

参考上一道题, 其横向速度 $V_t = 4.76 \times 0.5025 \times 20 = 47.838 \text{ km/s}$

$$\text{速度 } V = \sqrt{V_t^2 + V_r^2} = 51.85 \text{ km/s}$$

7. 对于一个周期为 30 天的食双星系统, 掩食的总持续时间为 8 小时。我们观察到一个平坦的极小值持续 1 小时 18 分钟。恒星 1 的速度 $V_1=30 \text{ km/s}$, 恒星 2 的速度 $V_2=40 \text{ km/s}$ 。对于圆形轨道, 这两颗恒星的半径是多少?

参考答案:

两颗恒星的运行速度分别为 40km/s 和 30km/s, 因此掩食发生时的相对速度为 70km/s

假设质量较大的为 A, 较小的为 B, 设掩食时间为 t_1 , 完全掩食时间为 t_2 , 则有:

$$2(R_A + R_B) = (V_1 + V_2)t_1$$

$$2(R_A - R_B) = (V_1 + V_2)t_2$$

代入 $t_1 = 8 \times 60 \times 60 \text{ s}$, $t_2 = 78 \times 60 \text{ s}$, 得到 $R_A = 585900 \text{ km}$, $R_B = 422100 \text{ km}$