

普通天文学

第一次作业

1.已知深圳市的纬度大约是北纬 22.5° ，在深圳市进行观察，织女星（赤纬大约为 $+38.5^\circ$ ）的高度角最高为多少？赤纬范围为多少的星体在深圳市全年都不可能观察到？

参考答案：

观察点的纬度为 φ （北纬为正，南纬为负），被观察星体的赤纬为 δ ，最小天顶距为 z ，最大高度角为 h

以上几个项满足以下关系：最小天顶距 $z = |\varphi - \delta|$ ，最大高度角 $h = 90^\circ - z$

因此在深圳市观察到的织女星的最小天顶距为 $|+22.5^\circ - 38.5^\circ| = 16^\circ$ ，最大高度角为 $90^\circ - 16^\circ = 74^\circ$

当星体最大高度角小于0时不可能被观测到：

$$\begin{aligned} h &= 90^\circ - z \\ &= 90^\circ - |\varphi - \delta| \\ &< 0 \end{aligned}$$

代入 $\varphi = +22.5^\circ$ 可得 $\delta < -67.5^\circ$ ，因此赤纬在南纬 67.5° 到 90° 的星体在位于北半球的深圳市观察不到。

2.在深圳市（北纬 22.5° ）观察织女星（赤纬大约为 $+38.5^\circ$ ），该恒星每天在地平线以上多长时间？

参考答案：

观察点的纬度为 φ （北纬为正，南纬为负），被观察星体的赤纬为 δ ，时角为 t ，高度角为 h

要求星体在地平线之上，则高度角 h 大于0，则 $\sin h > 0$ 。

根据赤道坐标（赤纬）和时角坐标、高度角之间的转换公式：

$$\begin{aligned} \sin h &= \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t \\ &> 0 \end{aligned}$$

代入 $\varphi = +22.5^\circ$ ， $\delta = +38.5^\circ$ ，可得 $\cos t > -0.32948$ ，即 $-109^\circ < t < 109^\circ$

因此织女星在地平线上的时角范围有 218° ，换算成时间大约为14.5个小时。

3.简答题：为什么有些恒星只能在冬季夜空看见而夏季夜空看不见？或者说，为什么不同季节的夜空可以看到的恒星不一样？

参考答案：由于地球公转，太阳在天球上的位置会在一年之中变化。我们看不见与太阳一同位于白天的恒星，而由于太阳的位置会随着季节的变化而变化，与太阳一同位于白天而看不见的恒星也会变化，因此不同季节夜空看到的恒星不一样。

4.实验室波长为 $\lambda_0 = 4343.0 \text{ \AA}$ 的谱线在某恒星光谱中的观测波长为 $\lambda = 4344.2 \text{ \AA}$ 。该恒星相对于我们的视向速度是多少？它是朝向我们还是远离我们运动？

参考答案:

$$\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0 = 1.2 \text{ \AA}$$

由多普勒频移的波长公式 $\frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{V_r}{c}$, 其中 c 为光速, 可得 $V_r = 83 \text{ km/s}$ 。由于波长变长 (红移), 该恒星在远离我们。

5. 已知太阳光谱辐射强度的峰值在波长为 465 nm 处, 假定太阳是一个黑体, 试计算它的表面温度和单位面积的辐射功率。

参考答案:

$$\text{维恩位移定律: } T = \frac{b}{\lambda_{max}} = \frac{2897.8 \times 10^{-6}}{465 \times 10^{-9}} \text{ K} = 6232 \text{ K}$$

$$\text{斯忒藩-波耳兹曼定律: } F = \sigma T^4 = 5.67 \times 10^{-8} \times 6232^4 \text{ W/m}^2 \approx 8.55 \times 10^7 \text{ W/m}^2$$

6. 在太阳的米粒组织 (granulation) 中, 明暗区域的有效温度分别约为 5600 K 和 6000 K。假设它们的辐射为黑体辐射, 在 5000 Å 波长处, 两者的亮度比是多少?

参考答案:

黑体辐射的波长公式为

$$B_\lambda(T) = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{\exp(hc/\lambda kT) - 1}$$

代入 $\lambda = 5000 \text{ \AA}$, $T_1 = 5600 \text{ K}$, $T_2 = 6000 \text{ K}$, 以及其他常数, 可得:

$$\frac{B_\lambda(T_1)}{B_\lambda(T_2)} = \frac{\exp(hc/\lambda kT_2) - 1}{\exp(hc/\lambda kT_1) - 1} = 0.71$$

大约是 0.71