

《天文学导论》作业解题技巧

2021 秋季学期 授课教师：薛永泉老师 整理者：徐小航

简介：

《天文学导论》课程于每年的秋季学期面向天文学专业的同学开设，同时也欢迎其它专业的同学将该课程选为自由选修课。该课程的作业取自教材《Introduction to Astronomy and Cosmology》的课后习题，由于该教材为英文，部分同学阅读有困难，且老师上课时不一定会讲到做作业所需要的知识点，使得许多同学在做课后作业时难以下手。因此，我在本文档中列出了完成每一章作业题目所需掌握的结论与技巧，以供大家学习参考使用。需要注意，每一章的习题可能会用到该文档中前几章所陈列的结论。该文档也可以作为《天文学导论》课程期末考试的开卷资料，该文档所涉及的许多解题结论是在期末考试的计算题中常用的。

最后，感谢 20 级地空的吴叩天同学在校对本文档上做出的努力；也感谢袁业飞老师，他编写的《<天文学导论>习题答案》是本文档的重要参考。

20 级 少转地空 徐小航

2022.1.16

PRINT

第一章 天文学-一门观测科学

1.星等差与亮度倍数差的换算

$$R = 2.512^{\Delta m}$$

Δm 为星等差, R 是亮度倍数差, $2.512 = \sqrt[5]{100}$ 是定义值。需要注意星等越大亮度越低; 织女星是零等星的标准; 星等只取决于天体发光功率与距离等客观因素, 不取决于观察者。

2.视觉亮度正比于接光面积, 对肉眼观测, 接光面积是瞳孔面积, 对望远镜, 则是筒截面。同时, 亮度反比于星体距离的二次方。

3.利用天体过天子午线时的天顶距和观察者所在纬度求赤纬。需要注意, 同一天顶距与纬度对应上下两个赤纬; 赤纬的表示为北正南负。

4.利用地方时求赤经。先将地方时转化为恒星时(恒星时是 GMT 乘上23h56min4.09s/24h), 再利用恒星时求赤经。

5.利用开普勒第三定律, 互求行星运动周期与半长轴。

第二章 太阳系-太阳

1.Wien 韦恩位移定律: 黑体辐射波长峰值 λ_M 与黑体温度 T 的关系为 $\lambda_M T = b$, 其中 $b = 2.897 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$ 。该公式可以用于利用星体发光波长估算星体温度。

2.Stefan-Boltzmann 定律: $P = L = \sigma AT^4$, 其中 P 为黑体发光功率, L 为黑体光度, A 为黑体总表面积, T 为黑体温度, $\sigma = 5.671 \times 10^{-8} \text{ (SI)}$ 。该公式可用于恒星光度与恒星温度的互相推导。

3.一个行星的恒星常数指, 行星处与恒星发光垂直平面上, 单位面积正入射恒星光功率。利用恒星常数与恒星-行星距离可以推算恒星总光度。

4.当地球处于月球本影区, 发生日全食, 当地球处于月球半影区, 发生日偏食, 当地球处于月球伪本影区, 发生日环食。

5.p-p 循环的公式是 $4^1\text{H} \rightarrow ^4\text{He} + 2e^+ + 2\nu + 2\gamma$, 其中 ν 是中微子, γ 是光子。每个该反应产生26.73 MeV的能量, 其中光子占有26.20 MeV, 中微子占有剩余部分。

第三章 太阳系-行星

1.开普勒三定律:

第一定律: 行星沿椭圆轨道转动, 恒星在其中一个焦点上。

第二定律: 行星与恒星的连线在单位时间内扫过的面积是恒定的。

第三定律: 同一太阳系中, 所有行星轨道半长轴的立方与周期的平方之比是一个常量。

2.用黑体模型求行星温度时，用行星接收太阳辐射的量与行星自身黑体辐射量的相互平衡来做。

3.利用多普勒展宽求行星自转速度时，展宽 Δf 对应的是行星两端边缘的速度差，是行星边缘自转速度的两倍。因此边缘运动速度 Δv 与转动周期 P 分别为：

$$\Delta v = \frac{c\Delta f}{2f}, P = \frac{\pi D}{\Delta v}$$

其中 f 是探测光波长， D 为行星直径。

第四章 系外行星

1.在视向速度法找系外行星中，恒星速度变化 $\pm\Delta v$ 指恒星视向速度为 Δv ，即恒星绕质心旋转速度为 Δv 。“多普勒频移测吸收线的精度”也指的是视向速度的测量精度。

2.1 AU = 1.496×10^8 km，太阳质量 $M_{\odot} = 2.0 \times 10^{30}$ kg。

第五章 望远镜的基本原理

1.望远镜的放大率公式为：

$$F = \frac{f_o}{f_e} V_B$$

f_o 为物镜焦距， f_e 为目镜焦距， V_B 为 Barlow 透镜的放大倍数（如果没有 Barlow 透镜，取 1）。视场角直径的公式为：

$$\theta = \frac{d}{f_o V_B} = \frac{\text{目镜视场}}{F}, \text{目镜视场} = \frac{d}{f_o}$$

d 为光阑直径。

2.对 Newton/Cassegrain 望远镜，焦比为：

$$f = \frac{F}{D}$$

其中 F 为物镜口径， D 为望远镜直径（内径）。次镜半短轴 d_{min} 与半长轴 d_{max} 为：

$$d_{min} = \frac{DK}{F}, d_{max} = \sqrt{2}d_{min}$$

其中 K 为焦平面与镜筒轴的距离。望远镜的分辨率为：

$$\Delta\theta = \frac{1.22\lambda}{D}$$

第六章 恒星的基本特性

1. 绝对星等的计算公式：

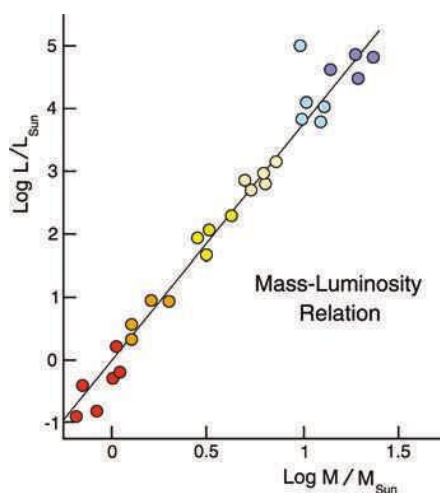
$$M = m - 5 \log_{10} \frac{d}{10 \text{ pc}}, d = \frac{1''}{\theta} \text{ pc}$$

其中 M 为绝对星等， m 是视星等， d 为地球距该天体距离， θ 是地球上观察该天体的视差。绝对星等的定义为距离该星体10 pc处的视星等。

2. $1 \text{ pc} = 3.2616 \text{ ly} = 206265 \text{ AU} = 30.8568 \times 10^{12} \text{ km}$, $1 \text{ ly} = 9.46 \times 10^{12} \text{ km}$

3. 标准模型下恒星亮度正比于直径的平方，正比于温度的四次方。

4. 利用质量密度函数读出恒星的质量/密度时，所用的质量密度函数图如下：



5. 恒星维持在主序的时间即恒星的有效质量全部转化为光能而耗尽的时间。

第七章 恒星的演化

1. 通过行星状星云气体壳膨胀速度推形成时间：形成时间等于星云半径除以膨胀速度。

第八章 星系与宇宙大尺度结构

1. 星系的质量估计：

$$M \approx \frac{rv^2}{G}$$

r 为星系半径， v 为星系边缘旋转速度，也就是氢原子谱线的半宽度。估算公转中心天体质量也可以使用该公式。

2. 超大质量黑洞附近发射线区域尺度估计：

$$L \approx c_0 t$$

其中 t 为发射线区域/辐射区域光变周期。

3. 同周期造父变星绝对光度相等。