

#### 第四次计算题作业

(说明: 计算题作业布置在网络学堂, 请在截止日期前把作业答案整合为一个 PDF 文档上传到网络学堂。作业答案写清题号即可, 不要求抄写题目内容。答案需有必要的文字和图示说明或解释以及必要的计算步骤。每题后括号内的第 1 个数字是指教材的第几章, 后两位数字是指教材中的作业题号, 注意部分题目有改动。括号内数字为 00-00 的题目不是源自教材。)

1. 如果太阳成为 AGB 星时其半径和质量分别为目前的 200 倍和 0.7 倍, 那么太阳成为 AGB 星时其表面的逃逸速度是多少? 逃逸速度的变化如何影响 AGB 时期的太阳表面的质量损失? (16-37)
2. 蟹状星云目前的半径为 1pc。如果它是公元 1054 年爆发的一颗 II 型超新星的遗迹, 那么它的膨胀速率大约是多少? (假设它匀速膨胀是合理的。)(00-00)
3. 假设一颗白矮星的起始质量为  $0.6 M_{\text{Sun}}$ , 它以每年  $10^{-9} M_{\text{Sun}}$  的吸积率从其伴星吸积气体。这颗白矮星要以 Ia 型超新星爆炸的话大约需要多少年? 这个时长与太阳的主序寿命相比如何? (16-40)
4. 对于银河系, 20 倍太阳质量的主序恒星与平均质量为 0.5 倍太阳质量恒星的数量之比约为 1:50000。20 倍太阳质量恒星的光度是太阳的 10000 倍, 而 0.5 倍太阳质量恒星的光度只是太阳的 0.08 倍。
  - (a) 一颗 20 倍太阳质量恒星的光度是 5 万颗 0.5 倍太阳质量恒星总光度的多少倍?
  - (b) 5 万颗 0.5 倍太阳质量恒星的总质量是一颗 20 倍太阳质量恒星质量的多少倍?
  - (c) 哪一类恒星 (小质量或大质量) 对银河系质量的贡献大? 哪一类恒星 (小质量或大质量) 对银河系光度的贡献大? (17-39)
5. 造父变星的光度和光变周期之间的关系近似为  $L=335P$ , 其中光度  $L$  以太阳光度为单位, 周期  $P$  以天为单位。造父变星 A 的周期是 5.4 天, 视差为 0.0033 角秒。造父变星 B 看起来仅有造父变星 A 亮度的 1/1000, 周期为 54 天。
  - (a) 造父变星 B 的距离是多少 (以 pc 为单位)?
  - (b) 造父变星 B 的距离可以用视差法测定吗? 对你的答案需要做出合理的解释。(17-42)
6. 太阳的主序寿命为 100 亿年。如果主序恒星的光度与恒星质量的四次方成正比, 那么形成于 4 亿年前和 20 亿年前的星团中刚刚离开主序带的恒星的质量分别是多少 (以太阳光度为单位)? (00-00)
7. 月球的质量为  $3.7 \times 10^{-8} M_{\text{Sun}}$ 。假设月球突然坍缩为一个黑洞 (实际不会发生)。
  - (a) 月球黑洞的史瓦西半径是多少?
  - (b) 月球坍缩为黑洞这个事件会影响月球对地球的潮汐吗? 对你的答案做出解释。
  - (c) 你认为这个事件会产生引力波吗? 对你的答案做出解释。(18-42)
8. 假设一个飞船环绕一个黑洞运行, 飞船到黑洞的距离为 1AU, 轨道周期为 0.5 年。要计算黑洞的质量, 你需要做出哪些假设? 在做出假设之后计算黑洞的质量。(18-45)

9. 假设银河系中，恒星形成的平均速率为每年 10 颗。同时假设所有质量大于 8 倍太阳质量的恒星（银河系中大约有 0.36% 的这类恒星）都会爆发成为超新星。请估计银河系中 II 型超新星产生的速率。(00-00)

10. 计算一个 2m 高的人站立在一个 1 倍太阳质量黑洞的视界面上时其头顶与脚底的加速度之差（称为潮汐加速度）。对 400 万倍（银河系中心黑洞）和 60 亿倍（第一张黑洞照片的黑洞）太阳质量的黑洞重复以上计算。将这些潮汐加速度与地球表面的引力加速度进行对比。(00-00)