

第一次恒星物理编程作业

- 1、某主序星的质量为 M ，半径为 R ，处于流体静力学平衡。恒星内部的气体质量密度从中心到表面逐渐减小，是距中心径向距离 r 的函数，具体形式为

$$\rho(r) = \rho_c \left[1 - \left(\frac{r}{R} \right)^2 \right],$$

其中 ρ_c 为恒星中心的密度，是一个常量。另外，定义 $m(r)$ 为恒星内部半径为 r 的球面所包围气体的质量，即

$$m(r) = \int_0^r 4\pi r^2 \rho(r) dr.$$

利用边界条件 $m(R) = M$ ，可以将 ρ_c 用 M 和 R 表示。那么，我们还可以定义恒星内部半径为 r 的球面所包围气体具有的自引力势能为（以无穷远处为零势能面）

$$\Omega_s(r) = - \int_0^{m(r)} \frac{G m dm}{r},$$

其中 G 是万有引力常量。

(1) 请将恒星中心到外边界大致分为 200 个径向网格点，采用 $0 \rightarrow R$ 的均匀线性网格点计算各个网格点上的 $m(r)$ ，并作图输出结果。作图时，计算结果用自然单位无量纲化表示，纵坐标为 $m(r)/M$ ，横坐标为 r/R 。如果感觉线性刻度不太合适，也可以采用半对数坐标轴或者双对数坐标轴画图。

(2) 请将恒星中心到外边界大致分为 200 个径向网格点，采用 $0 \rightarrow R$ 的均匀线性网格点计算各个网格点上的 $\Omega_s(r)$ ，并作图输出结果。作图时，计算结果用自然单位无量纲化表示，纵坐标为 $\Omega_s(r)/(-GM^2/R)$ ，横坐标为 r/R 。如果感觉线性刻度不太合适，也可以采用半对数坐标轴或者双对数坐标轴画图。

说明：请在问题发布开始的两个星期内，在线给助教提交编程作业的电子版。包括源程序（需要中文或英文的注释）、可执行文件、中文报告文档（说明编程思路）、画图的图像文件，以及其它你认为必要的文档。