

天体力学 课堂小测I

姓名

学号

分数

- (一) 假设有一颗彗星的质量是水星质量的 10^{-6} 倍，公转轨道和水星的公转轨道共面且恰好在近日点相切（切点既是水星轨道近日点，也是小彗星轨道近日点）；彗星的轨道离心率非常接近于 1。假设水星经过近日点时恰好被彗星从后面追上相撞，彗星撞击水星后所有碎片都落在水星上（没有飞向太空），那么水星的公转轨道离心率是增大了还是减少了？大约变化了多少？（已知水星轨道离心率大约是 0.2）
- (二) 某个恒星+圆轨道行星的二体系统中，行星自转周期为 0.01 年，公转周期为 3 年，自转轴和公转轴夹角为 $\pi/3$ ，转动惯量偏差（定义为绕自转轴的转动惯量和绕赤道任意直径的转动惯量的相对差别）为 0.01。估算该行星的自转轴进动周期。
- (三) 考虑到太阳具有微小的扁率。在水星轨道平面上，太阳的引力势可以近似写成

$$V(r) = -\frac{GM}{r} - J_2 \frac{GM R_{\odot}^2}{2r^3},$$

这里 M 是太阳质量， $R_{\odot} = 0.00465$ AU 是太阳的平均半径， $J_2 \approx 2 \times 10^{-7}$ 是太阳的动力学扁率系数。计算太阳扁率对水星近日点进动的贡献是每世纪多少角秒。（水星轨道半长轴约为 0.387AU，离心率约为 0.2。）

- (四) 假设有质量分别为 $10^{-5} M_{\odot}$, $2 \times 10^{-5} M_{\odot}$, $3 \times 10^{-5} M_{\odot}$, $4 \times 10^{-5} M_{\odot}$ 的小天体在空间中，两两之间的距离均为 1 AU。这四个天体一开始处于静止状态。在相互间引力作用下开始运动，忽略其他天体的影响。请计算多久后会发这些天体间的碰撞？