

第 6 次计算题作业（本次作业无需提交，也不计入成绩，但期末考试会涉及到）

（说明：计算题作业布置在网络学堂，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。每题后括号内的前 1-2 个数字是指教材的几章，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. 如果宇宙每立方米中有 3 亿个中微子, 而且中微子只能解释宇宙 5% 的质量 (包括暗物质) 密度, 那么一个中微子的质量是多少? (23-35)
2. 请比较红移 $z = 0.5$, $z = 4$ 和 $z = 8$ 的星系。光从这些不同红移的星系发出时宇宙的年龄和尺度因子分别是多少? 如果在波长 500nm 拍摄到了这些不同红移星系的图像, 那么这些 500nm 的光子从这些星系发出时的波长是多少? (23-44)
3. 假设一个矮星系在环绕着某个星系团中心的一个巨型椭圆星系转动。这个矮星系距星系团中心 4 Mpc, 转动速率 800 km/s, 请估计这个星系团的引力质量。(23-45)
4. 如果宇宙中只含氢原子, 那么宇宙临界密度要求宇宙每立方米体积内平均有多少个氢原子? (22-38)
5. 目前宇宙的平均密度为 $\rho_0 = 3 \times 10^{-28} \text{ kg/m}^3$ 。假设平均密度和宇宙尺度因子的依赖关系为 $\rho = \rho_0/R_U^3$, 当宇宙平均密度等于地球表面密度 $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$ 时, 宇宙的尺度因子是多少? (22-39)
6. 宇宙中每一个氢原子对应 5 亿个 CMB 光子。利用爱因斯坦质能方程, 计算宇宙全部 CMB 光子的等效质量。这些质量与宇宙平均密度的比值是多少? (22-41)