

《引力透镜的应用》学习任务单

一、学习目标

1. 知道引力透镜的四大科学应用。
2. 理解引力透镜如何探测暗物质、测量星系团质量。
3. 了解哈勃常数、暗能量的相关知识。
4. 学会参与公众科学项目 “引力透镜搜寻”。

二、课前预习

1. 引力透镜可以帮助我们探测宇宙中不发光的物质：暗物质。
2. 强引力透镜主要研究星系团核心部分的物质分布。
3. 弱引力透镜主要研究星系团外围及暗晕的物质分布。
4. 宇宙中普通物质只占约 5%。

三、课堂探究任务（答案）

任务 1：引力透镜的核心应用

1. 探测暗物质

观测质量 $>$ 发光物质总质量

证明：星系团内必定存在 暗物质。

关键证据：引力透镜形成的密集小光弧直接显示 暗物质 分布。

2. 测量星系团质量

通过分析星系图像的 畸变程度 与径向距离，计算质量。

可以绘制出星系团的 二维质量 分布图。

3. 测定宇宙学参数

利用引力透镜双像的 时间延迟 计算哈勃常数。

典型例子：QSO 0957+561 双像时间延迟约 540 天。

4. 研究类星体与遥远星系

引力透镜相当于“宇宙望远镜”，放大并照亮遥远天体。

通过亮度起伏可以估计类星体的大小。

任务 2：暗物质与暗能量

1. 暗物质：不发光、不反光，但有质量（引力），能弯曲时空。
2. 暗能量：推动宇宙加速膨胀。
3. 宇宙成分占比：
 - 普通物质：约 5%
 - 暗物质：约 27%
 - 暗能量：约 68%

任务 3：典型证据 —— 子弹星系团

1. 粉色区域：能发射 X 射线的炽热气体（普通物质）。
2. 蓝色区域：通过引力透镜测出的总质量分布，即暗物质。
3. 结论：普通物质与质量中心分离，直接证明暗物质存在。

任务 4：实践活动 —— 引力透镜搜寻

1. 项目名称：引力透镜搜寻（LensFinder）
2. 数据来源：DESI 巡天图像
3. 寻找目标：星系团中的强引力透镜现象
4. 操作：键盘 → 标记有引力透镜；↑ 标记无引力透镜

四、课堂小结（答案）

今天我学会了：

1. 引力透镜最强大的用途是探测 暗物质。
2. 引力透镜可以测量 星系团质量、测定哈勃常数。
3. 宇宙由普通物质、暗物质、暗能量 组成。
4. 我可以参与公众科学 引力透镜搜寻 项目。

五、当堂检测（答案）

1. 引力透镜可用来直接探测（ C ）
A. 恒星 B. 黑洞 C. 暗物质 D. 行星
2. 弱引力透镜主要用于研究（ B ）
A. 星系团核心 B. 星系团外围与暗晕 C. 类星体 D. 超新星
3. 宇宙中占比最高的是（ C ）
A. 普通物质 B. 暗物质 C. 暗能量
4. 通过引力透镜双像的时间延迟可以计算（ B ）
A. 星系温度 B. 哈勃常数 C. 恒星质量 D. 星系年龄