

关于暗物质的知识调研

学生姓名：李宏强

单位名称：陕西师范大学

导师：王由凯 副教授

专业名称：粒子物理唯象学

Email: lhq@snnu.edu.cn

周宁老师做关于 PandaX 实验的报告的时候，提到暗物质占宇宙组成的 26.8%，而普通物质只占 4.9%时，我就感觉比较震惊，因为第一次接触暗物质的知识，而这些知识一开始就和直觉有很大的冲突，所以课后我就去找有关暗物质方面的知识，以此作为我这次暑期学校的学习报告。这些知识可以归纳为三个方面：（1）暗物质存在的证据；（2）暗物质的实验观测；（3）对暗物质的理论解释。

一、暗物质存在的证据

（1）上世纪 30 年代发现子弹星系团观测到的质量要远小于产生使恒星保持在星系中或使星系保持在星系团中的引力所需要的质量，这些数据都是由天文观测得来的，谁提供引力呢，人们提出有一种不参加电磁和弱相互作用的物质，亚利桑那大学的 Douglas Clowe 领导的一个小组通过天文观测，并用引力透镜的方法得出该星系团的质量主要分布在恒星周围和前面，但周围的物质却不能直接观测到，这就说明存在暗物质。

（2）在《半径有限物质薄圆盘分布引力场的精确数值计算和银河系的旋转曲线与暗物质》这篇文章中，杨晓春等通过计算半径有限物质薄圆盘和半径无限物质薄圆盘引力场和旋转曲线的计算，指出银河系存在暗物质，并指出他们是正常重子暗物质。

二、对暗物质的实验观测

（1）直接观测

PandaX 实验，在四川锦屏的地下实验室里，通过观测暗物质粒子打到正常原子核反冲之后产生的电离、热或者光现象进行分析，除去本底，从累积事例里找出暗物质粒子。当然，还有很多地下实验室分布于世界各地，但据说中国的这个实验室占据天时地利人和，已经和最先进的实验有的一比了。

（2）暗物质的间接测量

暗物质之间的碰撞之后有可能会产生湮灭现象，湮灭之后会产生伽马射线或正负粒子对，通过对伽马射线或正负粒子的测量就可以发现暗物质，并研究它的性质。当然，这种碰撞肯定是高能碰撞，大多需要通过天文观测来确定。但是我觉得从背景里找出信号应该很困难，应为噪声会很大，我查资料想找到一个用间接测量方法探测暗物质的实验仪器或者实验组，但由于时间有限，我还没有找到。

三、关于暗物质的理论解释

因为实验还没有直接探测到暗物质，所以也就没有一个很好的理论能完全解释一个大家都不很清楚的东西，所以就有很多理论试图解释暗物质，我就摘抄几条我感觉有意思并且能看得懂的理论。

（1）有人认为所谓的暗物质只不过是运动天体和星际间物质所决定的额外维引力势决定的，而且可以解释扁平漩涡星系曲线和奇异微波背景辐射。这篇文章从光速不变性原理和 Lorentz 不变性出发，通过计算指出光速在不同时空是一个常数，然后指出暗物质就是由引力势决定的现象。

（《物质运动、引力势和时空结构的相对性—惯性力、“暗物质”，“暗能量”等的本质》范勇）

（2）还有一种观点认为暗物质粒子是 WIMP 粒子，neutralino, gravitino 或者是超对称理论中提到的轴子，这些理论我目前还不太理解。

四、总结

我的专业是粒子物理唯象理论，所以对暗物质是陌生的，但是我又感觉暗物质很有意思，就试着去找暗物质方面的资料去看。对一个还没有研究清楚的东西，我一个行外人只能写出一些科普性的东西了。

通过学习，我知道了暗物质是肯定存在的，不是由于引力理论不正确导致的观测与理论不符合，并且有很多实验正在探测暗物质，而且很多理论试图解释暗物质，当前阶段暗物质的研究当然以实验为主，丁肇中先生领导的实验组做的最好，PandaX 实验组也很领先。