

2022年10月9日,宇宙深处传来的、史上最亮的伽马射线暴(GRB221009A),不偏不倚地被“拉索”捕捉到。“拉索”(LHAASO)成为全球唯一探测到这场伽马射线暴的地面探测器。

近日,北京大学物理学院2020级本科生王洛涵在物理学院马伯强教授的指导下,研究用类轴子(一种假想粒子)粒子假说解释“拉索”观测站探测来自遥远星系的10万亿电子伏特量级高能光子的可行性。结果显示,类轴子与光子的转化机制能够显著提高河外高能光子到达地球的概率,有效解释“拉索”的观测结果,或成为支持类轴子粒子存在的证据。相关成果于2023年7月5日在线发表于《物理评论D》杂志上。

一名本科生就能发表如此高深的论文,她究竟是个怎样的“学霸”?在采访了王洛涵以及该项目的导师、本篇论文的通讯作者、北京大学物理学院教授马伯强之后,记者发现这个大三女生不但研究高深的物理学,还喜欢爬雪山,并且懂话剧、爱艺术,并非刻板印象中的理科生。

爱好登山喜欢历史的北大女生： 用轴子假说解释拉索发现的最亮伽马暴



高海拔宇宙线观测站“拉索”俯视图。图据中国科学院高能物理所

为暗物质存在提供证据 修正著名标准模型理论

根据由众多物理学家通过理论和实验探索建立的标准模型理论,高能光子,即能量高于0.1万亿电子伏特的光子,在宇宙中传播的过程中,会与背景光子湮灭生成正负电子对,从而让人们无法观测到来自遥远星系的高能光子。

但“拉索”近年却多次观测到远超0.1万亿电子伏特的光子,这暗示着其中可能存在新的物理机制,例如物理学界著名暗物质假想粒子模型之一“轴子和类轴子”的存在。

2022年10月9日,位于四川稻城的高海拔宇宙线观测站“拉索”观测到了有史以来最亮的伽马射线暴,其中最高能量高达18万亿电子伏。这是在国际上首次探测到10万亿量级的伽马暴光子,对研究伽马暴的高能机制和超出标准模型的新物理提供了契机。

王洛涵通过研究,假设高能光子之所以能被看到,是因为它们在宇宙旅行中会“分身”为轴子与光子,从而规避了标准模型中的被湮灭理论。

具体来说,就是一束高能光子在穿过源星系磁场时,由于磁场原因,能转化为轴子与光子的混合束,从而部分避免了被河外背景光吸收,而这些未被吸收的轴子最终在穿过银河系磁场时,再次转化为高能光子,使地球上的观测者能探测到它们,也就是10万亿电子伏特量级的高能光子。

王洛涵这一研究成果,是对标准模型概率(亿分之一)的显著修正,或成为支持类轴子粒子存在的证据。如若能证实此类假想中的暗物质存在,对人类理解宇宙形成、推进粒子物理研究等将有巨大帮助。该成果也得到了学界肯定,7月5日在《物理评论D》



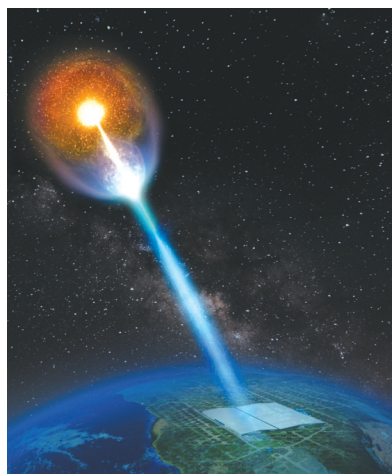
正在登山的王洛涵

上进行了发表。要知道,《物理评论D》是基础粒子物理、场论、引力和宇宙学领域的领先期刊,也是高能物理领域被引用最多的期刊之一。

北大物理学院女生极少 王洛涵是其中优秀的一员

指导王洛涵完成这项研究的,是北京大学物理系教授马伯强。他是“拉索”合作组的成员之一。

据马伯强教授介绍,2021年5月,“拉索”首次发现1400万亿电子伏特的高能光子,也就是当时人类看到的最高能量光子后,他的研究组就试图把这个观测结果与轴子关联起来。2022年10



“拉索”探测伽马射线暴GRB 221009A想象图。图据中国科学院

对话

王洛涵： 在物理中探索自然之美

王洛涵的朋友圈和想象中的并不太一样。除了转载一些物理学科研文章外,她还常常分享一些不符合“理科生刻板印象”的爱好——她喜欢去北京人艺看戏,旁听历史系课程,还拥有二级运动员证书,曾登顶过昆仑山脉海拔6525米的克孜勒峰。

那么,这样一个有着丰富“底色”的学霸为什么会选择物理专业?对学业和研究又有怎样的见解?

记者:当初进大学时为什么选择物理学专业?

王洛涵:因为对自然科学感兴趣。我在高中时参加过实验比赛,比赛内容是在规定的时间内,根据有限的信息,自主设计实验方案,从而测定某些物理量。这是我首次脱离课本和课堂去身体力行地“探索自然”。它让我认识到,自然是美的、神奇的,更重要的是,这种神奇与美是可以被人认知的。上了大学之后,我对自然之美有了更进一步认识,并且对理论物理比较感兴趣,后来师从现在的导师。

记者:请介绍一下这项与暗物质有关成果的研究历程,在研究推进的过程中是否遇到过困难或者挑战?

王洛涵:遇到的困难还是挺多的,有时会怀疑这个工作是不是太难了,这真的是我能干的吗?但是后来也发现,一个很大的问题可以分解成很多小问题,其中又分为核心的部分和细节而琐碎的部分,决定我能否完成一个任务的关键是这个问题的核心部分不在我的能力范围内,而大部分细节问题属于有志者事竟成的部分,只要不放弃就能解决。很幸运的是这个研究的“核心部分”恰好在我的能力范围之内。

记者:顺利完成这项研究工作感觉有什么收获?

王洛涵:让我对科研有了更进一步的认识。也让我认识到,平时学习和思考的用处是提高自己解决“核心问题”的能力,以备解决随时会遇到的新问题。

记者:女孩子学物理的比较少,你个人如何理解这种“比较艰难”的学科?有什么经验和建议可以分享给其他想要学习物理、进行基础研究的女孩吗?

王洛涵:我的回答是学习物理适合于所有高中生。在大学学物理专业需要付出很多时间、精力和努力,但如果你能在其中感受到自然之美、数学之美,那么这种付出就是值得的。

如果你感觉不到自然科学的美,只能感到学业的压力和学习的困难,那就说明这个专业不适合你,应该尽早转行,但是不需要把它和智商、能力关联起来,这仅仅是人们的一种偏见。

如果你在研究的过程中兴趣转移了,觉得科研并没有那么有意思,其实也不需要一条路走到黑,毕竟当初选择物理专业就有点理想主义的色彩,是为了理想和乐趣而选的专业,所以我们的初心应该是坚持当初追求理想的勇气,而不是执着于某个具体的事物。

华西都市报·封面新闻记者 闫雯雯 谭羽清