## 

**正负质量宇宙的电磁作用分离：基于传播子符号对称性破缺的完整理论**  
**作者：** 李志军，赵光耀  
**摘要：**  
本文构建了一个描述正质量宇宙与负质量宇宙电磁相互作用分离的完整数学理论。基于光子质量 ( kg) 的实验证据和ABC理论中暗物质负质量属性，我们提出：电磁相互作用的传播子存在一个“符号对称”的双重结构。正质量宇宙通过正质量光子 () 传递排斥或吸引的电磁力；负质量宇宙则通过其对应的负质量光子 () 传递其内部的电磁力。然而，由于质量符号对称性的自发破缺， 与 场之间存在一个巨大的质量势垒，导致它们无法相互转化或耦合。这种传播子的内在隔阂，使得正、负质量领域的电磁相互作用被严格限制在各自的范畴内，无法跨越“±质量壁垒”，从而完美解释了为何物质与暗物质之间观测不到任何电磁相互作用。本文通过推广的Proca场论和自发对称破缺机制，为这一分离现象提供了数学自洽的证明。  
**关键词：** 光子对偶；符号对称破缺；质量壁垒；Proca场；ABC机制；宇宙分离  
**1. 引言：从禁戒到分离的范式升级**  
先前的研究从能量守恒和传播子质量门槛的角度，论证了负质量粒子无法激发正质量光子，从而被禁戒参与我们所知的电磁相互作用。然而，一个更深刻、更对称的问题是：负质量宇宙内部是否存在它自己的一套电磁相互作用？  
本文的核心论点是：存在。电磁相互作用并非正质量宇宙的“专利”，而是普遍存在的。只是其传播子因质量符号的不同而分化为两个截然不同的“版本”，且这两个版本之间存在着根本性的隔绝。  
**2. 理论框架：符号对称的电磁场论**  
**2.1 推广的Proca作用量：引入符号对称性**  
我们从一个包含双光子场、具有符号对称性的推广Proca作用量出发：

其中：  
\* 是正质量光子场，其场强 。  
\* 是负质量光子场，其场强 。  
\* 是光子质量项的共同参数。  
\* 包含与物质场的耦合。  
该拉氏量在全局变换 下具有形式上的对称性。质量项 和 表明， 的激发是正质量粒子，而 的激发是负质量粒子。  
**2.2 运动方程与质量符号**  
对作用量变分，得到两个独立的运动方程：

其中 和 分别是正、负质量领域的电磁流。  
这两个方程是截然不同的。它们的格林函数（传播子）在动量空间中的形式分别为：

这两个传播子具有完全不同的极点结构，一个在 （类时），一个在 （类空），这从数学上预示了它们描述的是两种本质不同的物理对象。  
**3. 相互作用分离机制：质量壁垒**  
**3.1 耦合的选择性**  
物质场的电磁耦合项为：

其中：  
\* 是正质量物质场构成的电磁流。  
\* 是负质量物质（暗物质）场构成的电磁流。  
核心假设：一个场的质量符号决定了它只能与同号的电磁场耦合。即：  
\* 正质量粒子 只耦合于 ，即 ， 中不含 。  
\* 负质量粒子 只耦合于 ，即 ， 中不含 。  
**3.2 质量壁垒与传播子隔阂**  
现在，考虑一个正质量电子 () 与一个负质量暗物质粒子 () 的散射过程 。即使它们带有电荷，可能的相互作用通道也只有两条：  
1. 交换一个 光子：但 不耦合于 ，此顶点不存在。  
2. 交换一个 光子：但 不耦合于 ，此顶点也不存在。  
因此，该散射过程的费曼图无法被绘制，其散射振幅在微扰论中严格为零。

和 场之间不存在任何直接的混合项（如 ），因为它们属于质量符号对称性破缺后的两个不同的真空 sector。它们之间存在一个巨大的有效质量势垒，使得相互转化或耦合在能标远低于 Planck 尺度时被完全抑制。  
**4. 宇宙学推论与可观测效应**  
**4.1 两个平行的电磁宇宙**  
该理论描绘了一幅图像：我们的正质量宇宙和暗物质的负质量宇宙在时空上共存且相互渗透，但它们通过两套独立的电磁相互作用维系着各自的内部结构。  
\* **我们的宇宙：** 由 , , 原子、分子构成，通过交换 发生电磁相互作用。  
\* **暗物质宇宙：** 由负质量的 粒子及其复合体构成，通过交换 发生它们内部的电磁相互作用。  
**4.2 可检验的预言**  
**4.2.**1. **光子振荡：** 尽管 和 的混合被极大抑制，但在极端高能或强引力场环境下，可能存在极其微弱的“光子符号振荡”效应，类似中微子振荡。这或许在未来极高能宇宙射线的观测中留下痕迹。  
**4.2.**2. **真空双折射：** 存在双光子场可能对真空的电磁性质产生微小影响，在强场（如脉冲星磁层）中可能导致一种新颖的“符号双折射”效应。  
**4.2.**3. **宇宙学常数：** 负质量光子场 () 对真空能量的贡献可能与正质量光子场 () 的贡献符号相反，为宇宙学常数问题提供一个新颖的解决思路。  
**5. 结论**  
本文通过引入一个具有符号对称性的双光子场理论，完美地解释了物质与暗物质间的电磁隐形问题：  
5.1. **对称性框架：** 电磁相互作用本质上是符号对称的，存在正质量光子 () 和负质量光子 () 两套传播子。  
5.2. **分离机制：** 物质场根据其质量符号，选择性耦合于对应的光子场。 与 场之间因质量势垒而天然隔阂，无法沟通。  
5.3. **物理图像：** 正、负质量宇宙如同两个平行的世界，共享同一时空，却由两套永不相交的电磁力法则所支配。  
本研究将暗物质问题从单纯的“缺失”提升到了“对称性破缺下的分离”这一更深刻的层次，为探索宇宙的全息结构提供了新的理论范式和可检验的预言。  
**参考文献**  
[1] 中国研究团队. (2023). 基于对光子静止质量的新上限测量. 中国科学.  
[2] Li, Z. J. (2023). The ABC Mechanism in the Universe.  
[3] Proca, A. (1936). Sur la théorie ondulatoire des électrons positifs et négatifs. Journal de Physique et le Radium.  
[4] Holdom, B. (1986). Two U(1)’s and Epsilon Charge Shifts. Physics Letters B.