

三维超对称场论的 混合陈-西蒙斯耦合参数

程实

三维场论

陈-西蒙斯耦合

$$S_{CS} = k \int A \wedge dA$$

其耦合参数非常特殊，为了保持对称性，耦合常数必须是整数。

三维超对称规范场论

超对称： 波色场 \leftrightarrow 费米场

规范场 \rightarrow Vector multiplet, 物质场 \rightarrow chiral multiplet

我们研究三维超对称规范场论 (3d N=2 supersymmetric gauge theory)

混合的耦合参数

耦合参数 可以更加复杂

$$U(1)_i \times U(1)_j \longrightarrow k_{ij} \int A_i \wedge dA_j$$

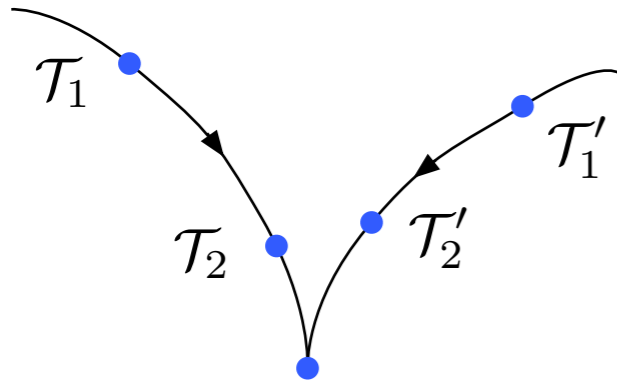
这种 mixed CS level 在凝聚态物理中常见，比如量子霍尔效应。

3d N=2 gauge theory 中存在该复杂的的耦合参数。

我们将多个场论放在一起研究，研究混合的耦合参数，因为它可以用来标记和区分不同的三维场论。

混合的陈西蒙斯参数看上去可以任意选取，然而实际情况非常复杂。

对偶性 (duality)



对偶性：存在许多等价的理论，虽然它们看上去非常不同，比如有不同的规范群和物质场。

超对称势能项 (superpotential)

许多三维场论存在超对称势能项，比如 $W=XYZ$ 。

简言之，物质场、陈-西蒙斯耦合常数、对偶性、势能项互相影响，使得三维场论的分析非常复杂。

阿贝尔场论:

3d $\mathcal{N} = 2$ theories and plumbing graphs: adding matter, gauging, and new dualities

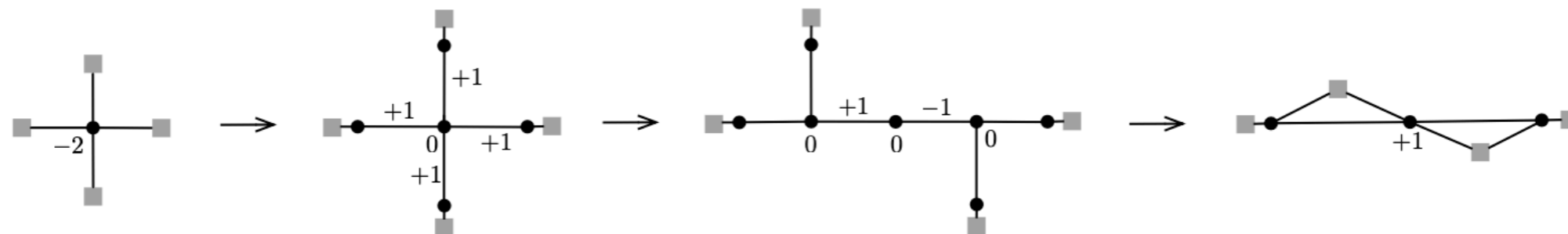
Shi Cheng (Fudan U. and Warsaw U.), Piotr Sułkowski (Warsaw U.) (Feb 26, 2023)

e-Print: [2302.13371](https://arxiv.org/abs/2302.13371) [hep-th]

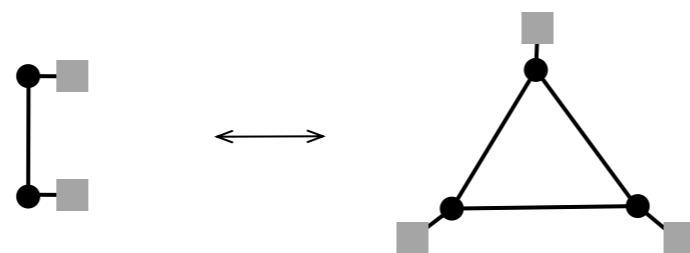
在该文章中，我们对阿贝尔场论取得了进展。

我们利用三维规范场论中的 $SL(2, \mathbb{Z})$ 变换，可以系统地得到许多对偶理论。

同时，我们引入一种新的图来刻画对偶理论，使问题得以简化

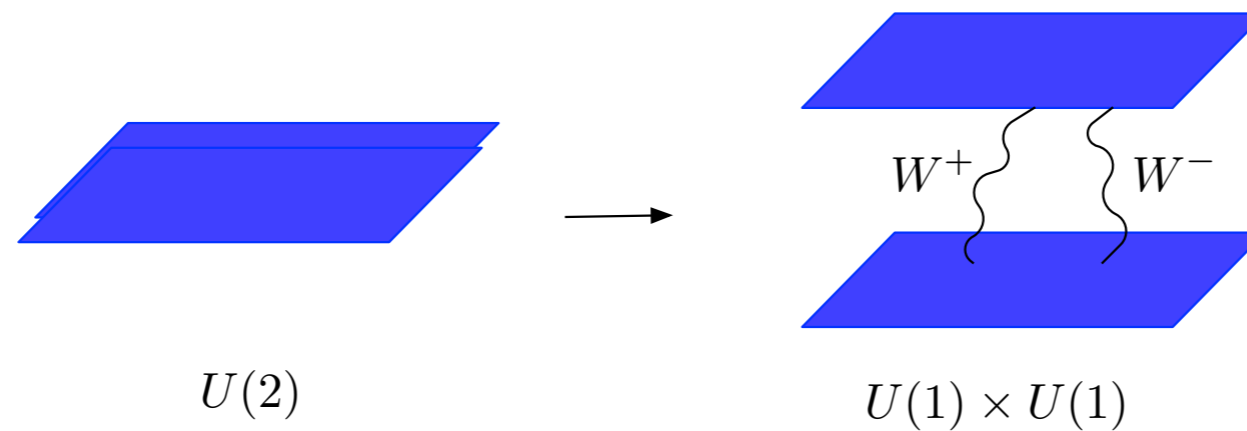


利用该方法，我们可以找到混合陈-西蒙斯参数与某些势能项的关系：



弦理论和膜

超对称场论通常可以通过弦理论进行构造，即几何构造。

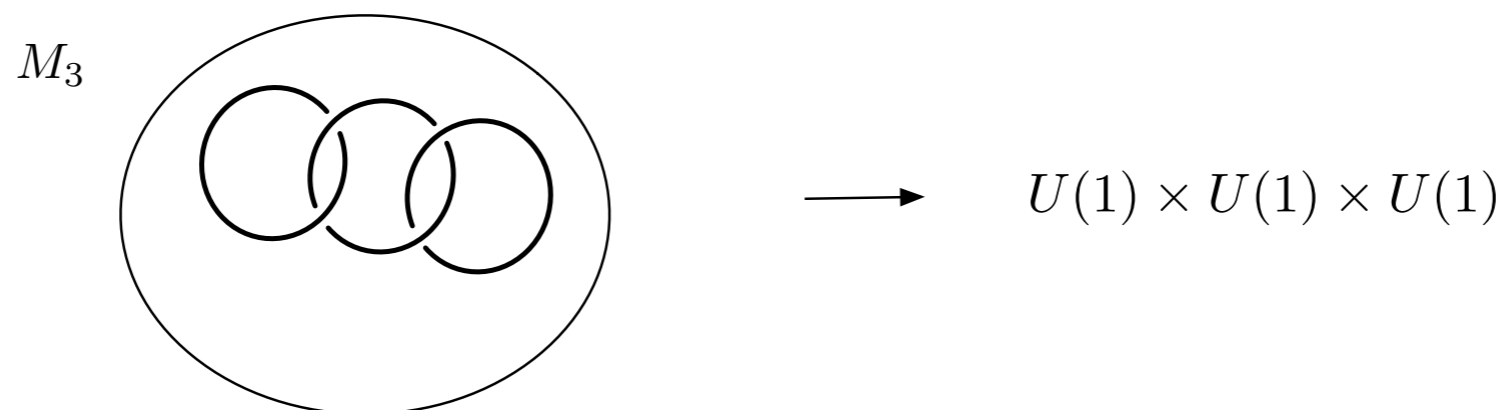


我们正在研究三维超对称场论的膜构造

S. Cheng and I. Lavdas, 3d Kirby moves and Hanany-Witten transitions, work in progress.

三维流形构造

这是弦理论的紧致化构造方法，三维流形的结构决定了三维场论



混合陈-西蒙斯耦合常数 = 相交数

3d $\mathcal{N} = 2$ theories and plumbing graphs: adding matter, gauging, and new dualities

Shi Cheng (Fudan U. and Warsaw U.), Piotr Sułkowski (Warsaw U.) (Feb 26, 2023)

e-Print: [2302.13371](https://arxiv.org/abs/2302.13371) [hep-th]

在该文章中，我们初步研究了了几何构造，许多对偶性 = 几何的 Kirby 变换。

如何在三维流形上引入物质场仍未可知，我们正在尝试解决这个问题。

接下来研究计划

work in progress with Satoshi Nawata

1. 研究非阿贝尔理论
2. 分析较为复杂的对偶性和超对称势
3. 找到物质场的几何构造

非常感谢！