

# 漫谈 2024 诺贝尔物理学奖

Guozhi Ji (姬国智)

High School Affiliated to Renmin University of China, Beijing, China

## 摘 要

本文转载微信公众号 RDFZPhysics 发布的推文《漫谈 2024 诺贝尔物理学奖》。

本文属于科普向短文，浅显易懂，因此对诺奖具体原理和机制以及例子中的公式描述较少，感兴趣的可以搜索文献，本文旨在通过探讨 AI 与物理的关系让大家更深入了解统计物理这门学科的精髓。

如果大家关注物理的话，看到今年的诺贝尔物理学奖是这个时（如图）



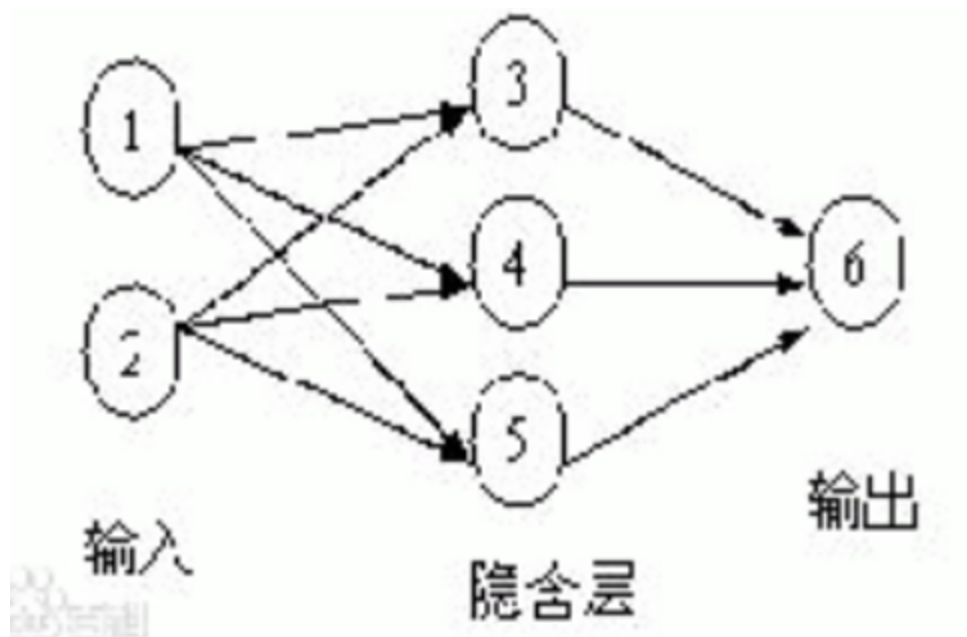
第一眼：machine？这是什么机械吗？

第二眼：自主学习？神经网络？

第三眼：不对，这不 AI 吗！

不知道大家有没有这样的疑惑：一个看似信息学的事情，为什么会得诺贝尔物理学奖？此刻，粒子和凝聚态的都默默落泪了。。。

书归正传，其实这和统计力学有关，像是一些基本公式比如  $S = K \ln W$ （玻尔兹曼公式）、 $\Delta G = T\Delta S + \Delta H$ （吉布斯自由能公式）大家都应该是耳熟能详了。但是这些确实看似与这种神经网络图（如图）相差甚远。



先看看统计物理为什么脱颖而出吧。

首先，不如先做一个**思维实验**：一个木块从粗糙斜面上滑下，到达地面上某一点停止。牛顿老先生告诉我们，根据**牛顿可逆性原理**，它势必能从下面划上去。乍一看，诶，是不是发现新物理了？木块吸热，不就可以上去了吗？But，谁说牛顿老先生就一定对了？这正是**第二类永动机**的原理，而一物降一物，**热力学第二定律**刚好降伏这第二类永动机。好，我们现在从一个简单的思维实验和前人的研究中证明了**牛顿可逆性原理**是“错误”的。

其次，再看**牛顿决定性原理**，看似没问题，实则没啥用。出了比较简单的模型，真实物理世界的情况总是存在**混沌**的现象，所以面对大量质点，只能通过耗能极大的分子模拟实现，而且还不准。

现在，我们可能差不多认识到了经典力学的无力，也知道了物理不止一堆太空中的小球来回绕圈那回事。我们也许能稍微理解了，但是还不够，毕竟 AI 也不是通过物理实现的，完完全全是计算机模拟啊。

关于为什么统计力学和 AI 有关系，首先咱们要理解一个重要的概念：**相空间**。什么是相空间呢？通俗定义，就是一个系统所有物理量的维度组成的空间。举个简单的例子，小编在高一年级，会一点物理，有两个眼睛等这些特征就能描绘出一个现实版的“相空间”。（为便于理解，物理研究中不是这样子的）

AI 为什么能自我学习？大部分人认为 AI 不会思考，实际上确实我们认为它不能像人类一样思考。本质上，AI 是在模仿，它模仿什么都大同小异，都是通过图二实现的，而图二最重要的**隐含层**就是通过统计力学实现的。

拿破尔兹曼公式来举例，它不同于列亿堆哈密顿方程（经典力学的计算方法），用  $\Omega$  来表示可能的微观态数，然后就非常简洁地表达出来了。这体现了统计力学中“降维”的一种方法。而 AI 也是一样的样子，中间隐含层就是构建相空间的一个过程，输出则是进行“降维”的一种操作，而通过两个操作，输出变会与原先产生偏差，这时候便通过迭代重新优化“降维”算法，这也就是**训练 AI** 的原理。

有人会说，道理我都懂，只能说是物理思想，但是它凭啥是物理？先看实例，华为的盘古模型，没有运用任何物理引擎，只是通过这种算法，就能高精度预测天气。这体现了把一些物理相**数据化**，并对数据进行统计力学分析，大大提高了效率。

大家注意到了我提到了**数据**这个词。粗略地讲，本质上，世界只存在三种组成部分：**物质**、**能量**、还有**信息**。而数据化就是把一些物质和能量变成信息。自然，对于物理学，传统只是研究物质和能量，而如今的物理则用物质和能量的方式更加简洁美妙的方式研究了信息。这次物理不一定是反常，有可能只是对这方面的研究开了一个好头。

其实，物理通俗解释就是事物的道理。而当我们一步一步踏向未知的世界时，或许可能某一天就会出现最简洁最奇妙物质能量信息三位一体的大一统理论。让我们拭目以待吧。