

原始锂问题

大爆炸理论面临的一大难题

抽象的

人们常常声称，大爆炸模型预测的轻元素丰度与这些元素的实测丰度相符，因此构成了大爆炸的证据。然而，锂的两种同位素的实际丰度与大爆炸模型的预测存在显著偏差。这种偏差如此之大，以至于科学家称之为“原始锂问题”。因此，轻元素的丰度问题非但没有为大爆炸模型提供有力证据，反而对标准宇宙学构成了一个重大挑战。

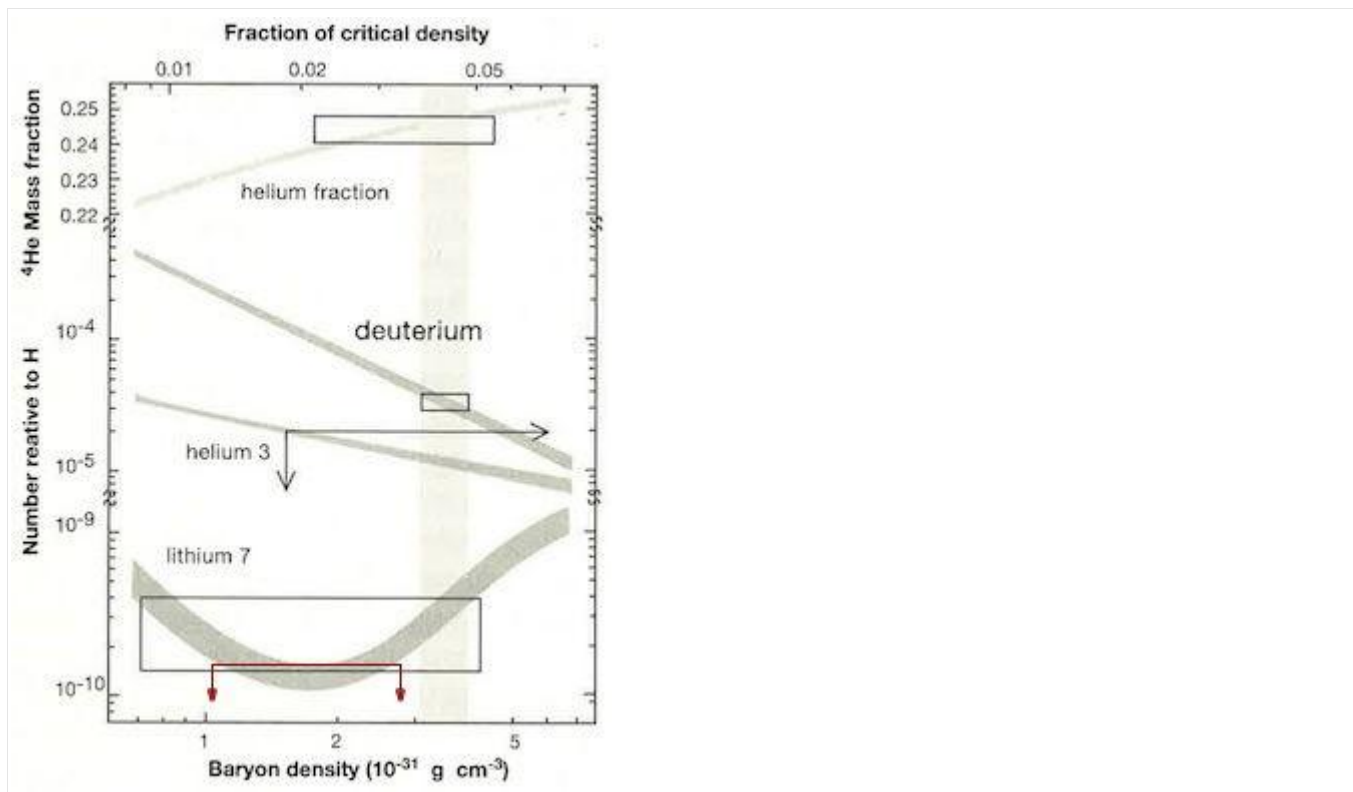
问题

根据**大爆炸模型**，大爆炸后最初几分钟内的核反应产生了三种最轻的元素：氢、氦和锂。很久以后，恒星产生了所有其他元素，包括构成所有生命基础的碳、我们呼吸的空气中的氮和氧、我们骨骼中的钙以及我们血液中的铁。天文学家通过观测恒星光谱中的暗吸收线来测量每种元素的含量。某些恒星中最轻元素的平均丰度被认为反映了大爆炸产生的这些元素的原始丰度。大爆炸模型的支持者声称，观测到的三种最轻元素的丰度与模型预测的相符，证明了大爆炸的存在。然而，关于锂的预测与观测结果并不相符。物理学家和天文学家称之为“原始锂问题”。

虽然同一种元素的原子核中质子数相同，但原子核中的中子数可能不同。我们称这些不同类型的同种元素原子为*同位素*。例如，氢有两种：普通氢，其原子核中只有一个质子，没有中子；以及氘，其原子核中有一个质子和一个中子。我们称这种氢的同位素为*氘*，因为它的原子核包含两个粒子；*氘*这个名称来源于表示“二”的词根。大约每 1000 个氢原子中就有一个是氘。实际上，氢还有第三种同位素，但它不稳定。这种氢的第三种同位素的原子核中含有三个粒子：一个质子和两个中子。由于这种同位素的原子核中含有三个粒子，我们称这种同位素为*氚*，来源于表示“三”的词根。氚的不稳定性导致其衰变为稳定的氦同位素。这种放射性衰变的半衰期约为 12 年。虽然有一些自然过程会产生氚，但其产生速率非常低，而且由于氚的半衰期相对较短，因此天然氚在世界上极其稀少。

与氢一样，大多数其他元素也都有稳定同位素和不稳定同位素。自然界中只存在稳定同位素和半衰期较长的不稳定同位素。我们通常用元素名称加上质子数和中子数之和的数字来命名同位素。氦的稳定同位素是氦-3 和氦-4。氦-3 原子核中有两个质子和一个中子，而氦-4 原子核中有两个质子和两个中子。锂的两种稳定同位素是锂-6（原子核中有三个质子和三个中子）和锂-7（原子核中有三个质子和四个中子）。

准备工作



重子是一类亚原子粒子，包括质子和中子。下方横轴表示重子密度，即当今宇宙中质子和中子的数密度。上方横轴表示临界密度的分数，临界密度是指在弗里德曼宇宙模型中产生特定曲率所需的密度。纵轴表示氦、氘的两种同位素以及锂-7 相对于普通氢的数密度。四条阴影曲线代表大爆炸模型对不同重子密度的预测。氦-4、氘和锂-7 的方框高度代表这些同位素的测量范围。方框的宽度是为了将模型预测值包含在测量丰度范围之内。由于氦-3 的测量没有下限，因此用两个箭头而不是方框来表示。图中阴影垂直带代表了其他方法测得的重子密度范围。三个方框和两条箭头所围成的区域都包含阴影垂直区域的一部分，这正是

克劳斯所声称的大爆炸理论的有力证据。然而，克劳斯并没有正确绘制锂-7 的数据，而且他完全没有包含锂-6 的数据。我们用红色标出了锂-7 丰度测量的最新上限，并用向下箭头表示没有下限，类似于氦-3 的图示。请注意，两条箭头所围成的区域与测得的重子密度区域并不重叠，因此数据与预测不符。锂-6 的丰度（此处未绘制）过高，无法与模型预测相符。

根据大爆炸模型，宇宙早期产生了三种最轻元素的全部六种同位素。通常，大爆炸模型预测的每种同位素的丰度是用其中五种同位素（氘、氦-3、氦-4、锂-6 和锂-7）与普通氢的丰度比来表示的。怀疑论者劳伦斯·克劳斯对这些说法非常自信，他说他的钱包里一直装着一张卡片，用来向不相信大爆炸理论的人展示。¹ 这张卡片上绘制了四种同位素的预测丰度图，旁边还有方框标出了这四种同位素的测量丰度范围（见右图）。² 克劳斯说，他通常不会与大爆炸理论的怀疑者进行深入的讨论，因为数据很少能打动那些先入为主地认为宇宙图景有问题的人。大多数人即使看了图表也看不懂，所以这对克劳斯来说是个绝佳的机会，可以戏弄和恐吓他的大多数批评者。克劳斯声称的数据和预测结果吻合得有多好？远没有他想象的那么好。

观察图表，氦-4 和氘的理论丰度和观测丰度似乎吻合良好。克劳斯承认氦-3 的数据很差，只有其丰度的上限值可供与理论进行比较；因此，无法从中得出结论。最后，锂-7 的图表似乎也显示大爆炸理论与天文测量结果吻合良好。然而，事实并非如此，因为锂的理论丰度和观测丰度根本不匹配——宇宙中锂的测量含量至少比预测值低三倍。³克劳斯要么使用了旧数据，要么绘制方法不当。锂丰度的问题由来已久。例如，在克劳斯的著作出版的前一年，菲尔兹就发表了一篇关于此主题的评论文章。⁴因此，克劳斯声称理论与数据完美吻合的说法并不属实。

最近，锂的问题变得更加严重。克劳斯图显示的不是锂-7，而是锂-7 和锂-6 的混合。大爆炸核合成理论预测锂-6 的丰度应约为锂-7 的 0.0015%，因此大爆炸理论的支持者认为，锂-6 的任何贡献与锂-7 相比都微不足道。此外，由于这种丰度差异以及锂-6 的恒星光谱线与锂-7 的光谱线混合在一起，锂-6 丰度的测量变得十分困难。然而，困难并不意味着不可能。近年来，对某些恒星中锂-6 丰度的非常细致的研究发现，锂-6 的丰度约为锂-7 的 5%。这一丰度比大爆炸核合成理论的预测值高出约 1000 倍。因此，虽然锂-7 的丰度低于预测值，但锂-6 的丰度却远高于预测值。人们提出了几种理论与观测结果不一致的原因，但每一种都已

被排除。例如，一种说法是，我们并不完全了解早期大爆炸宇宙中产生锂-6 的核反应截面，但最近的一项研究已经排除了这种可能性。

有趣的是，太阳也存在锂含量问题。与类似太阳的恒星相比，太阳的锂含量非常低。事实上，太阳的锂含量在所有恒星中都属于最低之列。目前尚不清楚这意味着什么，也不清楚这是否与宇宙大爆炸锂含量问题有关。

根深蒂固的观念

尽管大爆炸理论对较轻元素的预测与观测结果存在一定程度的吻合，但对锂元素的预测与测量结果却大相径庭。因此，认为观测到的轻元素丰度证明了大爆炸模型的说法是错误的。然而，不要指望科学界会很快放弃大爆炸模型。半个世纪以来，大爆炸模型一直是宇宙起源唯一被广泛接受的理论。科学家不会轻易放弃一个理论，而且，对大多数科学家来说，圣经[创世论](#)当然是不可接受的。

读完这篇文章，你心里是否有一些触动？有没有一些新的想法，或者值得你认真思考的问题？或许，你也开始重新思考自己的信仰和人生的方向。

如果你愿意，现在就可以向上帝祷告，打开心门，成为祂的儿女。祷告不需要华丽的言辞，只要一颗真诚的心。你可以这样祷告：

天父上帝，

今天我来到你面前，愿意立定心志，宣告我相信耶稣基督是我的救主，是我生命的主。我愿意离开过去那些不讨你喜悦的生活方式，求你赦免我的过犯。靠着你的恩典，帮助我学习顺服你、爱人如己，活出你所赐的新生命。求圣灵每天引导我、扶持我，使我一生荣耀你的名。奉主耶稣基督的名祷告，阿们。

如果你已经做了这个祷告，愿你知道，你并不孤单。信仰的道路需要陪伴和成长。鼓励你在自己居住的地方，寻找一间合适的教会，与弟兄姐妹一同聚会、学习和成长。

如果你有任何疑问，或在信仰上需要帮助，欢迎随时写信与我们联系。我们愿意倾听，也愿意与你一同前行。