

轴自转的电子模型，只是由于电子的表面速度有可能超过光速而不得不放弃。就因泡利反对，克罗尼格未敢把自己的想法写成论文发表。半年后，乌伦贝克（G. E. Uhlenbeck, 1900 ~ 1974）和高斯密特（S. A. Goudsmit, 1902 ~ 1979），在不知道克罗尼格想法的情况下，再次提出电子自旋假设，却得到了他们的老师埃伦费斯特的支持，论文被推荐给《自然》杂志并于1925年发表。玻尔没有想到困扰他多年的光谱精细结构问题竟被乌伦贝克和高斯密特用“自旋”这一简单的力学概念解决了，对他们的工作十分赞赏，但是，使他仍然感到棘手的是：不仅乌伦贝克和高斯密特无法回答双线公式中为何多出一个因子2，而且根据爱因斯坦建议所作的相对论计算也未能完全解释这个因子。1926年，在哥本哈根玻尔研究所工作的英国物理学家托马斯（L. H. Thomas）成功地解决了这个问题。在相对论计算中，他发现：前人的错误在于忽略了坐标系变换引起的相对论效应，只要注意到电子具有加速度并考虑上述相对论效应，便可以自然地得到因子2。这样一来，物理学界才普遍接受电子自旋的概念。

尼尔斯·玻尔，不仅在20世纪10~20年代曾

对原子物理学和化学的发展作出过卓越的贡献，而且，从20世纪30年代开始，他还成为了一位积极的社会活动家：第二次世界大战爆发后，他曾帮助多位欧洲科学家逃避纳粹的迫害，移居美国，他自己也于1944年前往美国参加与原子弹有关的理论研究；二战后，他还曾分别会见罗斯福、丘吉尔和杜鲁门，劝说他们与斯大林分享核技术，避免核对抗，虽未被接受，但却为争取世界和平作出了前瞻性的贡献。

写到这里，本讲的第一部分的“量子”就结束了。我们看到，20世纪物理学的最重要也是最具体的奠基石已被牢牢地植入新建科学大厦的基础之中。随后，我们还会看到，构建新的量子科学大厦，玻尔的“教父”角色将更为突出。

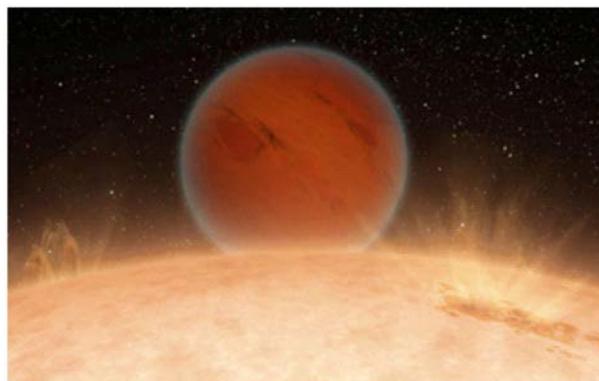
① 1896年，荷兰物理学家塞曼（P. Zeeman, 1865 ~ 1943）研究发现钠原子光谱在外磁场中出现谱线分裂现象，后人称其为塞曼效应。它又分为两种：一是总角动量为零的原子表现出的正常塞曼效应；另一是总角动量不为零的原子表现出的反常塞曼效应。1921年，德国图宾根大学朗德（A. Lande, 1888 ~ 1975）教授分析反常塞曼效应实验结果后指出：描述电子状态的磁量子数应该不是整数，而是半整数。这引起了理论物理学家极大的兴趣，最终导致泡利提出了著名的不相容原理。

科苑快讯

已知最像地球的外星世界

天文学家最近发现一个外星世界，无论是大小还是位置都更像地球。不过，由于太靠近其恒星，因此酷热如炼狱一般，更像是地球的恶魔表弟而不是孪生兄弟。该天体被命名为 Kepler-78b，是美国宇航局开普勒太空望远镜发现的数百颗日外行星之一，开普勒望远镜监测银河系15万余恒颗恒星的亮度变化，以搜寻围绕其运转的行星。这些日外行星多为气体行星，由气体和尘埃构成，半径比地球大几倍。

但是，Kepler-78b 只比地球大80%，半径比地球大20%。两个研究组在《自然》（*Nature*）网站上发表了其论文。由于密度与地球接近，说明该行星系由岩石和铁构成。但是其距离自己的恒星（比太阳稍小）只是恒星半径的两倍，所以



恒星将像一个巨大的圆盘，在其地平线上若隐若现，覆盖天空的大部分空间。这可不是什么好风景，因为这种环境足以将人烤成肉干。

（高凌云编译自2013年10月30日 www.sciencemag.org）