

# 物理学史中的一月



1894年1月19日：杜瓦制造出固态气体

(译自 *APS News*, 2012年1月)

萧如珀 杨信男 译

科学家长期以来都为物质不同的状态而着迷，尤其在不同的温度与压力下，物质的状态会改变。19世纪末期，有一位苏格兰的化学和物理学家杜瓦爵士 (Sir James Dewar) 在这方面做了一些最具开创性的研究，将气体转变成液体和固体。

1842年，杜瓦出生在苏格兰金卡丁 (Kincardine, Scotland)，在家里是六兄弟中最小的。他虽于15岁时成了孤儿，但仍设法获得教育，先上达乐寄宿学校 (Dollar Academy)，后到爱丁堡大学 (University of Edinburgh) 研读，碰到了一位良师——化学家普莱费尔 (Lyon Playfair)。

杜瓦对于物理和化学极感兴趣，他在1867年之前就说明了苯几个不同的分子式，还发表了像电测光术、太阳的温度，以及电弧的化学性质等这些不同议题的论文。1875年，他当上剑桥大学实验哲学的教授，两年后被选入皇家研究所 (Royal Institution, 1799年英国顶尖的几位科学家所设立)。1878年，他开始一系列气体光谱学的研究，包括气体被降低到极低温度时的行为。

这在当时是热门的研究领域，直至1845年为止，著名的物理学家法拉第 (Michael Faraday) 已成功地大部分已知的气体液化，除了六种为人所知的永久气体：氧、氢、氮、一氧化碳、甲烷，以及一氧化氮之外。杜瓦在剑桥才刚满两年，就有两位法国化学家凯泰 (Louis Cailletet) 和皮克泰 (Raoul Pictet) 分别将温度降低至80 K，很不容易地制造出液态氧和氮。



杜瓦拿着杜瓦瓶

杜瓦利用一个他在皇家研究所每星期五晚上的演讲，专门介绍此议题，还示范了凯泰用来液化气体的装置。他梦想能以此为基础，来液化其余的几个永久气体。经过六年多的努力，他终于在1885年6月5日成功地完成液化空气的目标。

到了1891年，杜瓦已经可以大量制造液态氧，还证明液态的氧和臭氧都会被磁铁强力吸引。他期盼进一步研究极低温度的气体液化情形，但因缺乏所需将气体控制在够低温度够久状态的方法而受阻。已液化的气体会很快地从周遭的空气中吸热，而蒸发回到气体的状态。他试过使用充满粉状软木或干草的箱子，其中还包括他太太的帽箱。

子，其中还包括他太太的帽箱。

1892~1895年间，杜瓦还和弗莱明 (Ambrose Fleming) 一起研究超低温气体的电性质。他发现冷却的木炭有助于制造出高度的真空，主要是因为木炭可以极有效地吸收气体，尤其在极低温状态，因而产生更好的真空。

杜瓦想出使用一玻璃容器套进另一玻璃容器，双层壁则由一薄真空层隔开的方法，这样可以使液体冷却较久一段时间，有助于低温研究的突破。他的科学家同事昂内斯 (Heike Kamerlingh Onnes) 称此方法是一个“了不起的发明，也许可说是在操作极低温实验时最重要的装置。”

这正是杜瓦要继续他的研究所需的一个技术上的突破。他于1893年12月做了六次一系列的圣诞演讲，1894年1月做结论时，在演讲厅液化了一些

空气给观众看。他示范说，假如能够适当地保存在“杜瓦瓶”中，即可将其维持在液体状态好一段时间。两星期后，他又成功地在皇家研究所 1 月 19 日的会议中制造出固态的空气。

唉！不过由于杜瓦疏忽，未将他的发明申请专利，因此当两位德国吹玻璃师傅根据他的设计，组成膳魔师（Thermos GmbH，温控容器公司），营销一种非常成功的商用产品——热绝缘饮料容器，适合储存热与冷的液体，还申请了专利，杜瓦并没有从中获得巨大的经济利益。后来杜瓦要求收回他的发明权，但法院判他败诉。

虽然如此，杜瓦的科学研究依旧成果辉煌。他使用他在皇家研究所建造的大型再生冷却机器<sup>①</sup>，成功于 1898 年液化了氢气。他持续改进他的方法，终于成功降低温度至 13 K，此温度除了氦外，可以液化任一种气体。

杜瓦非常希望能液化那最后一种气体，但他第一次尝试去液化氦气时却失败了。氦在当时很稀少，而且似乎他的氦来源受到了氖气的污染，由于氖气的结冰温度较高，因此他的实验设备积满了冰。

第一个成功液化氦气的荣誉终于在 1908 年落在昂内斯身上，他利用了杜瓦开创的方法。昂内斯于 1908 年 3 月 5 日发了一电报给杜瓦，宣布他的成功：“将氦气转变成固态，最后蒸发的部分显示出相当大的蒸汽压力，好像液态跳脱了。”杜瓦的回答很亲切：“恭喜了！很高兴我期待能以已知的方法，成功达成的可能性获得了证实。我的氦研究因我健

康不佳而受阻，希望以后能再继续。”

昂内斯因此研究于 1913 年获得诺贝尔物理学奖，杜瓦虽被提名了几次，但并没有获得诺贝尔奖。虽然如此，他的一生却是获得了许多其他的奖项与荣誉，其中包括许多科学学会所颁赠的著名奖章。他于 1904 年被封为爵士。

杜瓦于 19 世纪 80 年代末期在政府炸药委员会任职，他和同事阿贝耳（Frederick Abel）发展出柯代炸药，是一种无烟的火药。

第一次世界大战的爆发打断了杜瓦研究元素低温性质的计划，也让他失去了几个主要的研究伙伴。杜瓦没再重建他的计划，甚至战后也没有，他转而集中精神研究肥皂泡的表面张力，以及用他自己设计的测温器测量大气的红外线。

杜瓦一直到最后都是一位活跃的科学家，他拒绝从皇家研究院的职位上退休。1923 年 3 月 27 日，杜瓦在伦敦辞世，但他对低温气体的研究，尤其他发明的杜瓦瓶为低温学领域奠下了基础。

（本文转载自 2013 年 2 月《物理双月刊》，网址：<http://psroc.phys.ntu.edu.tw/bimonth/index.php>；萧如珀，自由业；杨信男，台湾大学物理系，Email: [snyang@phys.ntu.edu.tw](mailto:snyang@phys.ntu.edu.tw)）

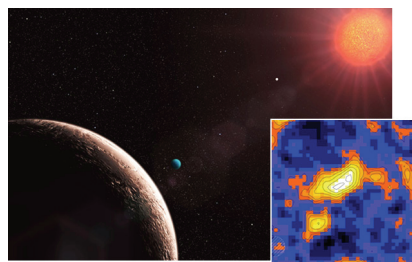
① 再生冷却（regenerative cooling）是一种低温的方法，透过拟将之液化的气体，让其部分急速膨胀，以使其他部分降温冷却。

## 科苑快讯

### 日外星系的小行星带

Gliese 581（见主图）是一颗距离地球 21 光年的红矮星，以行星众多而颇受关注。天文学家在 2012 年 12 月的《天文学与天体物理学》（*Astronomy & Astrophysics*）杂志上报道，赫歇尔空间天文台（Herschel Space Observatory）发现了该恒星又一个类似地球的特征：在距离该恒星遥远的地带存在类似太阳系柯伊伯带（位于海王星轨道之外由远远小于地球的天体组成，其中包括冥王星）的小行星带。

红矮星暗淡的星光加热了小行星带中的尘埃，使其释放出能够被赫歇尔发现的远红外线（见小图）。尽管 Gliese 581 较小，而且其所有已知行星与



其距离也比地球与太阳之间的距离要近，但是新发现的碎屑盘却与柯伊伯带大体相当。天文学家推测，这颗小红星有一颗更为遥远的行星，其引力搅动了小行星带中的天体，使它们相互碰撞，从而喷发出赫歇尔观测到的尘埃。

（高凌云编译自 2012 年 12 月 6 日 [www.sciencemag.org](http://www.sciencemag.org)）