

物理学史中的二月

1811年2月：阿伏加德罗计数分子的世界
(译自 *APS News*, 2016年2月)



萧如珀¹ 杨信男² 译

(1 自由业; 2 台湾大学物理系 10617)

阿伏加德罗 (A. Avogadro) 主张同体积的气体在相同的温度与压力时, 含有相同数目的分子, 以此来解释化学反应的实验数据。

阿伏加德罗 (1776~1856) 生活在物理和政治方面都不断变动, 且不确定的年代。在物理方面, 当时主要的科学家争论着元素的本质: 氧到底是原子, 还是双原子分子? 在政治方面, 他所居住的都灵和皮德蒙特地区相继为意大利萨伏依公爵、萨丁尼亚国王、以及法国拿破仑一世所统治, 并受到奥匈帝国军队的威胁。

最后, 都灵并入了萨伏依王朝, 这些全发生在阿伏加德罗的一生中, 但他一直居住在相同的屋子里。他解决了物理中的分子问题, 但在拿破仑立法之后, 他给予其政治上的支持, 这伤害了他的科学生涯。阿伏加德罗发现了气体的基本数值性质, 让我们认识了分子的世界。他的政治活动让他丧失了都灵大学 (University of Turin) 的教授职位, 但在不久的政治轮替后, 他又重回原来岗位。

阿伏加德罗的全名为 Lorenzo Romano Amedeo Carlo Avogadro, 源自律师世家, 他们的姓来自 *avvocato*, 即意大利文的律师。起先阿伏加德罗从事了好几年的家庭职业, 之后才自学, 开始研究物理。他成了维切利 (Vercelli) 学院的物理教授, 之后到都



Amedeo Avogadro

阿伏加德罗 (Amedeo Avogadro)

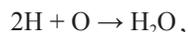
灵大学。

当时的物理很多都在探讨气体的本质, 法国物理学家盖-吕萨克 (J. Gay-Lussac) 观察说, 当气体反应时, 反应气体与生成气体的体积成简单整数比, 阿伏加德罗从盖-吕萨克的结论继续往前推^①。

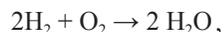
阿伏加德罗推论说, 要解释盖-吕萨克的观测结果, 唯一的方法是, 在相同的温度与压力下, 对于所有的理想气体, 任何一定体积都要有相同数目的分子。阿伏加德罗常数 N_A , 是指

1 克分子的理想气体体积中的分子数目。 N_A 的数值经由之后的许多实验测定, 趋近至现在所接受的值: 1 摩尔 $N_A = 6.023 \times 10^{23}$ 分子。同体积气体含有相同分子数的概念现在称为阿伏加德罗定律。

当时另一个重要的问题是, 主要的基本气体如氢和氧到底是原子, 还是双原子分子。阿伏加德罗很巧妙地解答了这个问题, 他注意到假如气体是原子, 那么反应



所得到 H_2O 的体积应该与氧的体积相同。但是, 假如氢和氧是双原子分子的话, 那么反应



所得到的 H_2O 体积会是氧的体积的两倍。实验清楚证明后者方程式是对的, 彻底解答了此问题, 阿伏加德

罗是第一个了解氢和氧是双原子分子的人。真要体会阿伏加德罗是多么的有远见，就要注意到，很奇怪地即便在 100 年后，物理界仍有些有影响力的科学家质疑单个分子的存在。1926 年诺贝尔物理奖颁给佩兰 (J. Perrin) 的颂词^②可以说明上述见解的差异，它这样说：“他对物质不连续结构的研究，特别的是，他发现沉积平衡”。在那时，有一位科学家在论及佩兰的研究时提及：“这中止了长期以来对分子实体情况的对抗”。

当阿伏加德罗最初发表他的研究时，科学界很少注意到他的发现，部分原因是，他并未努力去拜访法国和德国的科学家，解释他的概念。而且，所有理想的气体同体积含有相同分子数的定律有明显的例外，例如^③，当固体 NH_4Cl 蒸发会分离而形成分子 NH_3 和 HCl



因此，对一定量的 NH_4Cl ，其蒸气所含的分子数，要比 NH_4Cl 不分离而气化的分子数多，这以及一些相似的系统使得阿伏加德罗定律失效了。但只要了解它的分解过程，就不会对此质疑了。终于，在 1860 年，意大利化学家康尼扎罗 (S. Cannizzaro) 于卡尔斯鲁厄 (Karlsruhe) 举行的一个国际化学会议中，在顶尖的欧洲科学家面前为阿伏加德罗做辩护，阿伏加德罗定律的正确性终于被承认，可惜的是，阿伏加德罗已去世多年了。

今日，在他提出定理的 200 年后，阿伏加德罗定理在物理上展现出新面貌。纽厄尔 (D. Newell) 在他一篇“更基本的国际单位系统”文章^④中解释，现在的单位系统将如何完全以物理常数做为基础。物理的实体，如长久以来所使用的标准米，是在白金棒上刻上两个记号；标准千克，是一个白金砝码，两个都管控好，保存在巴黎，长期以来都作为物理单位参考的标准。而现在，单位是由七个物理常数来定义，其中一个就是阿伏加德罗数；其余的是：真空中的光速、普朗克常数、波尔兹曼常数、电子的电荷、铯-133 超精细分裂频率、以及发光强度单位。因此，阿伏加德罗的概念在他活着时几乎没人认同，却在几世纪后成了现代科学的支柱之一。

① Avogadro, *Journal de Physique*, 73, 58-76 [1811]. (An English translation is available by searching on “Alembic Club Reprint No. 4”)

② Jean Baptiste Perrin, Nobel Lecture in Physics: 1926.

③ Svante Arrhenius, Nobel Lecture in Chemistry: 1903.

④ D. B. Newell, *Physics Today*, July, 35-41 [2014].

Photo: Wikipedia commons

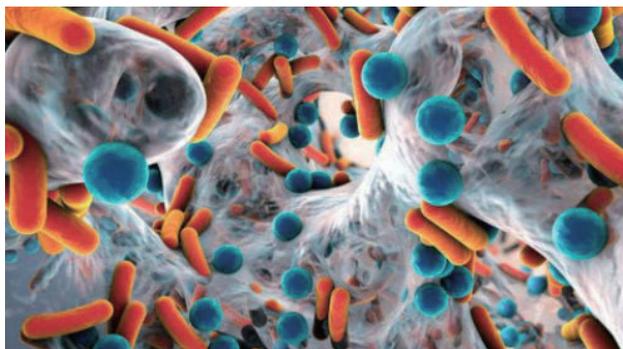
(本文转载自台湾大学教育发展中心“CASE 读报”，<http://case.ntu.edu.tw/bloyl>. 英文原作者 richard Williams)



科苑快讯

肠道菌群与化疗

肠道菌群能够显著提高普通抗癌药物的疗效，至少对老鼠进行的实验结果是这样的。法国维勒瑞夫



市 (Vellejuif) 的古斯塔夫鲁西癌症研究所 (Gustave Roussy Cancer Campus) 的齐沃格尔 (L. Zitvogel) 和同事在接受环磷酰胺治疗癌症的老鼠身上发现了这一现象。这些老鼠体内缺少一种抑制两种肠道细菌 (海氏肠球菌和 *Barnesiella intestinihominis*) 的蛋白质，需要使用两倍的剂量才能使肿瘤减小。这一研究表明，肠道菌群可以用于优化癌症的治疗方法。

(高凌云编译自 2016 年 11 月 11 日《欧洲核子中心快报》)