

·科技纵横捭阖·

文/白欣,王洪见,冯晓颖

斯韦德贝里和超速离心机

1926 年的诺贝尔奖颁奖大会可谓胶体化学的盛典。该年,诺贝尔化学奖、物理学奖都授予在胶体领域内工作的科学家。由于一切生命体的大部分由有机胶体组成,胶体研究对于生理学和医学的重要性是十分明显的,此外,胶体在化学工业的许多部门中也起着重要作用。而胶体研究之所以能够在这些领域中大显身手,超速离心机的发明功不可没,1924 年超速离心机的研制者斯韦德贝里因此而获得 1926 年诺贝尔化学奖。



斯韦德贝里(1884—1971)

胶体化学的历史从 1861 年开始,其创始人是英国科学家格雷厄姆,他首先提出新的物质分类方法,将所有物质分为两大类——晶体和胶体。1903 年,德国科学家席格蒙迪与西登托夫一起研制成功超显微镜,可以观察到一亿分之一米的任何微粒的形状,证明了胶体溶液是介于粗粒悬浮液和普通溶液之间的一种中间状态。席格蒙迪先驱性的超显微镜研究,阐明了胶体溶液的多相性和创立了现代胶体化学研究的基本方法,使他荣获了 1925 年的诺贝尔化学奖。

超显微镜的发明虽然为胶体研究奠定了坚实基础,但仍然存在一些局限性。第一,超显微镜揭示最小粒子仅限于容易进行光学观察的对象。第二,超显微镜对于那些不同大小粒子出现在一个或相同的胶体给出的信息不完整,不能确定粒子大小的分布。而微粒这些信息在自然界中起着最重要的作用,有关这些粒子的大小及分布状况的研究至关重要。

1911 年,斯韦德贝里和埃斯楚甫证明,通过测量单个粒子在溶液中运动的摩擦力,可以确定粒子大小的分布。这种摩擦



作者简介 白欣,首都师范大学物理系副教授。图片为本文第一作者。

栏目主持人 关增建,上海交通大学人文学院教授,中国科学技术史学会副理事长、上海市科技史学会副理事长。电子信箱: guanzj@sjtu.edu.cn。

力可以用超显微镜的液滴实验和测量布朗运动来测定。1916—1917 年,奥登用他自己设计的自动记录天平成功地找到了确定粗粒分散系统粒子大小分布的精确的方法。这一方法为解决确定一般分散系统中粒子大小分布的问题迈出了重要的一步。不过,重力场中的沉降分析显然只能用于含有比重大的较大粒子的分散系统。为了能够研究实际胶体,场力必需增大好几千倍,这可以通过使溶液处于高速旋转即通过离心作用来达到。在这种情况下,唯一可用的观察方法只有光学方法。1923 年,在斯韦德贝里逗留威斯康星大学期间,和尼克尔斯设计了一台离心机来研究粒子大小的分布。通过对旋转中的溶液进行拍照来观察浓度的变化。由于所获得离心力仅是重力的 150 倍,因而只能研究分散程度较低的胶体。1924 年,斯韦德贝里和林德成功设计了一台产生的力场高达重力场的 7000 倍的离心机(最大转速约为 12000 r/min)。这台称之为超速离心机的装置可以确定粒子的大小和那些在超显微镜中看不见的粒子大小分布。经证明,该离心机对分散程度稍高的胶体沉降速度的研究和对分散程度极高的胶体以及具有高分子量的晶体的沉降平衡的研究都非常适用。

1925—1926 年,在安德松医学研究基金和诺贝尔化学基金的资助下,斯韦德贝里和莱斯霍尔姆制造了一台新的超速离心

机,可以在高达重力场 10 万倍的力场中(最大转速约为 42000 转/min)进行溶液研究。用这台超速离心机,并借助精心设计的实验,可以观察到高速旋转的溶液中粒子的连续分布,并用照相技术将其记录下来。从这种分布中不仅可以计算出溶质的分子量,还可以研究整个范围的胶体,包括最小的微粒,甚至能稍稍深入实际的分子溶液。因此,这就保证了可以进入一个具有高分子量的物质研究领域,如有机生命必需的某些蛋白质及与其相关的其他物质,血红蛋白、蛋白质、淀粉等。1940 年,斯韦德贝里发明可产生 30 万倍于重力加速度的超速离心机,可直接测定从几万到几百万大小分子量、并可测出分子量的分布。高分子化合物分子量测定方法的出现,对高分子化学和胶体化学是一个很大的推动。

离心研究对象的另外一个领域是蛋白质。研究内容是用沉淀平衡和测量沉降速度的方法来确定蛋白质分子量。用离心法对高分散胶体和其他性质相同的溶液进行研究的结果清楚表明,用这种方法,可逐步收集像蛋白质、聚合碳水化合物(如橡胶)、聚合碳水化合物(如淀粉)等这些在医学上和技术上十分重要的物质的大量有价值的信息。为了表彰斯韦德贝里在分散系统方面所做的贡献,瑞典皇家科学院决定授予他 1926 年诺贝尔化学奖。

斯韦德贝里不仅执胶体研究之牛耳,在其他科研领域也兴趣盎然,在核化学及放射生物学方面,做出了较大的贡献。他爱好非常广泛,与著名诗人奥古斯特·斯特林堡(被誉为瑞典的但丁)是很好的朋友,同时还是一个优秀的业余水彩画家。有一次因为他的实验室需要一个窗帘,挑选了许多总不满意,于是他决定自己设计一幅窗帘。斯韦德贝里最终设计了两款与众不同的带有鲜明个性的作品:一款图案是果蝇的 DNA,另外一款灵感源自原子物理世界,原子被印在了结实耐用的纯细麻布上。

参考文献

- [1] 陈宗洪,杨孔章.胶体化学发展简史[J].化学通报,1988(6):56-59.
- [2] 姜璐主编.诺贝尔奖讲演全集(化学卷 I)[M].福州:福建人民出版社,2003:461-485.

(责任编辑 王芷)