

物理学史中的三月

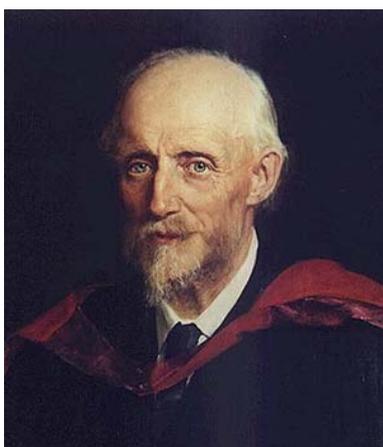


1883年3月15日:雷诺提出雷诺数的主张
(译自 *APS News*, 2020年3月)

萧如珀¹ 杨信男² 译

(1. 自由业; 2. 台湾大学物理系 10617)

由于液体非线性的本质,因此很难预测它们复杂的流动,这是众所皆知的事实。然而多亏一位出生在爱尔兰的物理学家雷诺(Osborne Reynolds),现在物理学家可以预测一个已知系统中的流动是层流或是湍流。雷诺在流体动力学的研究是一位先驱者,他做了一个巧妙的实验来说明两种流动关键的转换点,可以用一个简单的数目来预测,这数目就是我们现在所知的雷诺数。



雷诺(图片来源: Wikimedia Commons)

雷诺出生在爱尔兰伯发斯特(Belfast),父亲是牧师,也是学校的校长,喜爱机械,改良过几款农业用具,取得了专利。雷诺遗传父亲对数学的喜好,他后来回想道:“父亲时常指导我,他是机械的爱好者,在数学和其在物理上的应用方面都很出色”,让他从中获益良多。

年轻的雷诺到造船专家处当学徒,激起他对流体动力学的兴趣。在剑桥大学皇后学院(Queens College, Cambridge)获得数学学位后,他花了1年当土木工程师,专注于下水道的输送系统。之后,他于25岁时成了欧文斯学院(Owens College, 现在的曼彻斯特大学)的工程学教授,在那里度过他全部的职业生涯。

工程学在当时是相当新颖的研究领域,雷诺是欧文斯学院此领域的第一位教授,这个教授职位是由当地的工程师和企业人士所创立的讲座,他们希望增加在科学和工程学方面有经验的年轻人受聘的人数。雷诺很注重工程学课程方面的数学、物理

和古典力学,但他显然并不擅长授课。然而根据他的数学同事兰姆(Horace Lamb)的评价:“他对学生非常宽厚,会给他们有价值的作业,并和他们合作”,所以他其实是一位非常好的指导者。

起先,雷诺的研究专注于电学和磁学,以及太阳和彗星的性质,但很快他的兴趣转移至水力学和流体动力学,在滚动摩擦和流体动力润滑方面的研究做出了贡献。在那些早期的日子,他的实验设备没很多,因此

他的大部分实验都相对简单,可以在户外或在家中做。

雷诺还加入曼彻斯特文学与哲学学会,那时学会由焦耳(James Prescott Joule)领导,焦耳鼓励他于1870年3月发表第一篇论文。雷诺还藉此加入曼彻斯特科学和机械学会,以及曼彻斯特雇主与领班及绘画员协会,培养更实用的兴趣。

雷诺在固体和液体之间热传递和相变的研究,有助于锅炉和冷凝器设计的改良。他于1875年的一项两阶段蒸汽机专利是早期水力泵和蒸气涡轮史上的里程碑。他还继续研究土木,于1872年发表一简短专著,谈论如何将下水道气体从家中排除。此话题很受欢迎,专著出版了4次。

1883年初,雷诺做他有关液体流动的经典实验,在一个流经大玻璃管的水中喷进染色的水,以研究不同的水流速度。在管子的一端有一个控制阀,供他控制水速。他注意到当水速慢时,染色的水层在流经玻璃管时会保持它的形状,而在水速快

时,染色的水层会被打散,扩散入其他的水中,这就是现在所知的层(稳)流和湍(乱)流之间的转换点。

根据那些实验,雷诺发现,只要考虑相关的物理性质,即液体的黏性,以及在雷诺实验的情形,玻璃管的直径,即可得到一个简单可预测的数值。雷诺还精确地确立转换点:当雷诺数大于2000时,流速会变成湍流。他在1883年3月15日送投到《伦敦皇家学会会报》(*Proceedings of the Royal Society of London*)的论文中有详细的说明。(一篇2011年发表于《科学》的杂志限定确切的转换值为2040。)

雷诺数一直是用来研究湍流系统的标准数学架构,尤其是被航空工程师,以及研究从鲸鱼(高雷诺数)以至细菌(低雷诺数)各种大小尺度的动物体内流体运动的生物学家所采用。

他比较实用的研究兴趣包括粒状物质物理,特

别是土壤力学:仿真河中水流和沉积物传送的模型。雷诺于1903年出版的书《宇宙的替代力学》(*The Sub-Mechanics of the Universe*),试图提出液态以太来说明宇宙。然而,以太的概念很快地被新物理所代替,一部分是因为1887年迈尔逊-莫雷(Michelson-Morley)实验,证明以太并不存在。

1905年,雷诺退休了,虽然他才60岁,还算年轻,但因他的健康与心智已渐走下坡。他于1912年2月21日过世,兰姆(Lamb)回忆起他,说他极度的个人主义,对自我推销毫无兴趣,也不喜欢学术自负。还说他有点含蓄,辩论时偶尔好辩且固执,但还是一位非常仁慈、亲切的同伴。

(本文转载自台湾大学科学教育发展中心,网址 <http://case.ntu.edu.tw/blog/>)

科苑快讯

哈勃望远镜拍摄到现实版星球大战

引力有时会聚成星系,有时也会制造混乱。美国国家航空航天局(NASA)和欧洲航天局(ESA)公开了由哈勃望远镜拍摄的3个星系旋转成1个星系的照片。新生的星系位于巨蟹座,距离地球6.81亿年。三星系合并的引力是如此强烈,它将尘埃堆积成新的恒星,并在星系的星云中导致隆起(一种被称为潮汐扭曲的效应)。

合并是星系在不同条件下成长和塑造恒星的常见方式——据我们所知,银河系很可能就是一次合并的结果,因为它的中心有一个巨大的隆起。这种活动可以是“气湿式”(gas wet),意思是各个部分都很冷,而且充满气体;也可以是“气干式”(gas dry),意思是各个部分都步入老年,已经耗尽了气体。

哈勃望远镜在巨蟹座发现的合并已经进行了一个多世纪。1896年,法国天文学家史蒂芬·贾维尔(Stephane Javelle)用一架小得多的地面望远镜发现了IC 2431。尽管他认为这是4个星系的合并,但NASA和ESA的研究人员却认为,这种气体搅动中有3个星系。

与此同时,5000光年之外的玫瑰星云(Rosette Nebulae)中,两个擦肩而过的星系相互碰撞导致了“恒

星形成的火焰风暴”。2月22日,NASA和ESA发布了一张哈勃望远镜拍摄的照片,照片中,古老的NGC 2444星系在一段漫长的时间里拉着旋涡星系NGC 2445。当NGC 2444缓慢前行时,它巨大的引力场正在抽取NGC2445的气体,创造出一条蓝色恒星的轨迹。新生的恒星质量位于较小的星系中心,估计有一二百万年历史。

但这对搭档也有阴暗的一面。哈勃拍摄的这张照片显示了从恒星诞生的核心泄漏出来的黑色气体,它的起源和组成仍然是一个谜。无线电观测显示,核心中有一个强大的源,可能是爆发的先声,射电源可能是由活跃的恒星形成或黑洞吞噬流入中心的物质产生的。

这两个太空机构计划在詹姆斯·韦布望远镜(James Webb Space Telescope)完全投入使用后,再次扫描这个区域。韦布的红外摄像机应该能够探测到更多被尘埃笼罩的恒星,而哈勃望远镜几十年前的设备就看不到这些恒星了。

(高凌云编译自2022年2月22日Popular Science网站)