

原子物理学课程的教学改革与实践*

郭 振 华

(宝鸡文理学院物理系 宝鸡 721007)

摘 要 文章首先对原子物理学课程进行定位,指出原子物理学是普通物理的一部分,它属于近代物理,并概述了原子物理学课程的特点;文章接着对原子物理学课程的教学体系与教学内容的改革方面的一些重要问题分别进行了讨论;文章最后详述了原子物理学的教学改革与实践以及在教学中培养分析问题和解决问题的能力方面的尝试。

关键词 原子物理学,课程体系与内容,教学改革,实践

PRACTICE AND REFORM IN THE TEACHING OF ATOMIC PHYSICS

GUO Zhen-Hua

(Department of Physics ,Baoji College of Arts and Science , Baoji 721007 ,China)

Abstract Atomic physics is a part of general physics which belonging to modern physics. A brief account of the features of the atomic physics course is first given. Secondly, some important problems of the teaching system and content in reforming the course are discussed. Finally, our attempt to reform the teaching and cultivate the students ability to analyse and solve problems is reviewed in detail.

Key words atomic physics, system and content of course, reform of teaching, practice

多年来,在《原子物理学》课程的教学实践中,我以现代教育理论为基础,对传统的以教师的经验为主的教学模式进行了改革,提出了以学生为主体,充分发挥教师的主导作用,在教育观念上与行为规范上自觉地坚持把传授知识与培养智能相结合,物理教育与素质教育相结合,教书育人与教学相长相结合,教学与科研相结合,学历教育与终生教育相结合,以培养面向 21 世纪具有创造能力与创新精神的优秀人才为核心的综合教学模式,坚持开展教学研究与教学改革,已经取得了一些进展。

我们这里所说的综合教学模式是对传统教学模式的改革和发展。例如,传统教育思想认为,学生是受教育者,是客体,而我们却认为学生是学校教育的主体之一,教师和学生都是学校的主人,师生是同一条战线上的战友;“自强不息,厚德载物”是师生的共同奋斗目标。但改革并不是全面否定传统的教育观念,对传统教育思想的精华,例如,传授知识,教学相长,温故知新,学历教育,还应该继承和发展,这里说的五个结合,首先是一种教育理念,它们把教师与学生的主要责任、任务以及师生之间的教学关系,都以

综合的形式给予明确界定,每一个结合有时强调了一方为重点,但并不是独立的,实际上也包含了师生两方面在内,其中有很深的内涵与外延。例如,教学与科研相结合,当然主要是针对教师而言的,但作为大学高年级学生与研究生,要求把教学与科研相结合,也是对的,不能算错。又如终生教育,特别是在科学技术飞速发展的今天,对师生来说,都同样是适用的。至于物理教育改革,则是集现代教育学、心理学、管理学、物理学、技术学等学科为一体的系统工程。而本文中强调的五个结合,可以说是物理教育改革的最优整体方案。由于篇幅所限,这里不可能全面介绍。

下面我们从原子物理学课程定位与特点,课程体系与内容改革,以及教学改革的实践等几个方面进行研究与讨论。

原子物理学在理工科与师范院校大学物理教学中占有重要地位,它不仅是经典物理连接微观物理

* 2001-05-28 收到,2001-09-14 修回

学(量子力学、核物理和粒子物理)的桥梁与纽带,而且是现代高新技术(例如光谱学、磁共振、激光等)应用的基础。原子物理学是20世纪初随着量子力学的发展而发展起来的,并且还在不断发展之中。原子物理学是20世纪物理学的重要组成部分。目前,比较一致的看法是,大学的原子物理学课程是普通物理的组成部分,它属于近代物理^[1],而原子物理学通常由原子物理、原子核物理与粒子物理三部分构成^[2]。由于原子物理学课程的这一特殊地位以及国内要求原子物理学教学和教材内容改革的呼声越来越高,因而原子物理学课程的改革已经成为当前大学物理教学改革中的一个热点。

1 原子物理学的课程特点

普通物理是实验与理论并重的课程,它要解决的问题同理论物理不一样,今天的原子物理学是微观物理学^[3]。从原子物理与量子力学的关系上来看,如果没有量子力学,原子物理就不能存在。一门量子力学课程如果强调数学结果的实验方面,就等于是一门好的原子物理课程^[4]。可见,原子物理学实际上是为量子力学原理提供实验证据,并为量子力学基本原理建立实验基础。因此在原子物理学课程中必须重视实验描述,并由实验结果来发展量子力学的思想。

不必强调详细的正规数学推导过程,应该重视物理图像、物理思想和物理模型。

由于原子物理学的特殊定位,因而在原子物理学课程中,应该既使用经典物理语言,也使用量子力学语言。为了描述物理过程,记住经典术语是必要的,而实验物理学家应该努力把自己把量子语言变成经典语言的能力。特别是作为普通物理的一部分的原子物理学,不应该排斥使用经典语言。例如,在玻尔理论中使用电子轨道的术语可以形象而直观地描述原子结构的轮廓,这对尔后正确理解氢原子中的电子云的几率极大的分布图像是有益的。虽然,从量子力学观点来看,电子轨道的概念确实是不正确的,当然也应在教学中及时指出,并且要强调电子几率分布或电子云的物理图像。又如,通过对椭圆轨道的讨论,有助于学生建立角量子数与角动量的重要概念。

原子物理学的发展已历经一百多年,应该在原子物理学课程中更多地反映原子物理学的最新发展及其应用,因而,必须从教学体系与教学内容上进行

改革。

2 改革原子物理学教材体系

必须打破20世纪30年代按历史发展次序所建立的原子物理学教材体系。在介绍量子力学基本原理的实验基础时,应该打破按历史发展次序来描述,应该说,一定量的充足的实验证据对于理解和接受量子力学的基本观念是很重要的。对于具有基本重要性的一些实验,不管是一些老实验,还是其他的更新实验,我们不必计较它们的年代次序,只要它们支持相同的重要观念,就要把它们集中放在一起来讲授,这是完全合情合理的。必须重视描述实验,对有关实验装置、实验方法、实验现象、实验结果应进行准确介绍,并把它们与有关的理论结果进行比较,列举经典理论的缺陷,并提供新的理论来解释一些关键性的实验结果。

相对论与量子力学是近代物理的两大理论支柱。我们应该以相对论与量子力学的基本观念作为整个原子物理学课程的指导思想。因为量子力学是从原子物理发展起来,并已成为原子物理学的理论基础,本应更多地使用量子力学的概念和语言去讨论原子物理学问题,然而,由于原子物理学是一门普通物理课程,我们不能先建立量子力学理论,然后再去讨论原子物理学,况且量子力学的讨论还要以原子物理学作为实验基础。这就是原子物理学课程改革的困难之处。

应该尽可能多地应用量子力学概念、物理图像与物理模型,多进行数值估算与近似计算,而少涉及数学理论。

在原子物理学课程中,不应该排除经典物理,凡是能应用经典物理概念的地方,仍然应该采用^[5]。例如, α 粒子散射,应用能量守恒、角动量守恒定律,在一级近似下从经典物理能较好地导出符合实验结果的卢瑟福散射公式。又如,谱线的多普勒增宽等,也可按经典理论进行讨论。此外,可以用量子力学,也可以用经典物理来处理的问题,原则上应该从这两个方面进行讨论。例如,磁场中的原子的行为,对正常塞曼效应而言,经典模型和量子力学跃迁观点会导致相同的结论。

重视学习并了解百年来获得诺贝尔科学奖的物理学研究成果。包括1999年在内的96项诺贝尔物理学奖中就有66项与原子物理学有关^[2]。如果把获取诺贝尔化学奖的物理学家的研究成果计算在内,

目前大约有 70 项之多. 这些获奖工作, 它们或者是重要的实验成果, 或者是与实验相关的理论工作, 它们都是原子物理学发展过程中的重要成果与重大进展. 讲授原子物理学课程自然要以这些获奖项目的工作为基础.

总之, 我认为, 作为普通物理课程的原子物理学, 毕竟不能取代《量子力学》课程; 当然更不能用群论方法对原子与分子以及它们同外场的相互作用的基本性质作现代统一的量子力学处理和描述(这是属于研究生层次上的课程). 在整个原子物理学课程中, 应该也可能做到突出以下概念与内容: 量子性; 能级(谱); 有关的量子数(例如, n, l, m_l, m_s 等); 物质的二象性; 波函数与叠加原理; 不确定性关系(即测不准原理); 薛定谔方程及其简单的应用, 例如, 一维无限深势阱, 隧道效应, 三维势箱, 线性谐振子(只给出结论, 而不进行数学推导.); 氢原子的量子力学; 电子概率分布(电子云)图像; 角动量及其耦合; 塞曼效应的量子理论; 二价电子的原子体系的量子力学描述; 多电子波函数的反对称性原理(泡利不相容原理); 多电子的库仑相互作用的哈特里-福克(Hartree-Fock)方法; 用电子云及其叠加原理说明共价键与分子的构成, 杂化轨道, 苯(C_6H_6)等.

在原子物理学课程中, 也应该重视对作为量子力学的实验基础的新、老实验的描述与介绍, 强化对经典物理与量子体系有关结论的比较. 例如, 经典物理中的能量连续分布(能量均分定理)与普朗克的量子、光子、分立能谱的比较, 轨道与概率分布(电子云)图象的比较, 最终导致对应原理.

因此, 我们应该广泛吸取国内、外优秀的原子物理学^[6-22]等教材体系的优点与特点, 进一步完善原子物理学教科书.

3 改革教学内容

开设原子物理学课程的目的就是为了认识和理解原子壳层结构及其规律, 核外电子与原子核之间, 电子之间, 以及它们与辐射场、电磁场之间的相互作用, 还有电子与原子之间, 原子与原子之间的碰撞作用, 而核力或强相互作用力则决定了原子核的结构和性质(原子核的结合能通常比原子中电子与原子核之间的相互作用能大几个量级). 对原子核、粒子的研究则分别形成了原子核物理与粒子物理. 关于原子物理学的教学内容的改革, 自然就是为了实现教学目标而提出的如何处理旧内容、如何增加新内

容的问题, 比如, 可增加 α 粒子背散射, 原子在激发态寿命的实验测定, 兰姆位移及其测量, 能级(谱线)宽度, 由原子运动引起的多普勒增宽, 因电子碰撞与原子碰撞而引起的激发与电离, 电子的反常磁矩, 原子束磁共振, 射频-光频双共振, 光抽运, 原子钟, 量子拍, 能级交叉与汉尔效应(在零场中的能级交叉), 高分辨率激光光谱学(例如, 无多普勒效应增宽的双光子吸收光谱学等), 高激发态原子, 与加速器相关的同步辐射, 束箔光谱(基于加速器的原子物理), 反常原子与奇异原子, 核应用技术(例如, 中子活化分析、正电子湮灭等)原子的玻色-爱因斯坦凝聚, 原子波激励(atomic laser, 原子激光), 原子操纵, 电子隧道扫描显微镜, W^\pm, Z^0 粒子, 超弦, 大爆炸宇宙学, 恒星的演化及其寿命等.

当然, 课程内容的更新除了增加新的内容外, 还应该包括对原有内容的深化. 例如, 利用斯特恩-盖拉赫实验除了可以在实验上证实空间量子化、电子自旋的存在外, 还可以用来说明满壳层电子对原子角动量的净贡献为零. 而兰姆位移长期在光谱学上未能观察到, 实际上这与谱线的多普勒增宽有关, 这就是为什么过了很久之后才应用射频波谱学方法证实了兰姆位移的原因. 同时这个讲授也为后面介绍无多普勒效应的激光光谱学(例如, 无多普勒效应饱和和吸收, 无多普勒效应双光子吸收)作好了准备.

4 提倡培养学生的智能, 全方位推进教学改革

4.1 启发学生积极独立思考, 着重智能的培养

原子物理学在理工科与师范院校大学物理教学中占有重要的地位. 它不仅是连接微观物理学的桥梁, 而且是现代高新技术应用的基础. 原子物理学形成于 20 世纪初, 并且还在不断发展之中. 在原子物理学的教学中, 我力求讲清基本概念与基本原理, 重视实验(描述)与应用. 对于已经学过的内容, 我提倡学生“温故而知新”. 为了展示科学发展的来龙去脉, 我往往把有关历史背景和它的某些前沿进展贯穿到整个教学内容中去. 例如, 对玻尔理论, 一般教材往往分三步进行: 经典轨道加定态, 频率条件以及角动量量子化条件, 不少书籍还把这三步称为玻尔的两条假设; 有许多教材还认为, 是玻尔首先把普朗克常数引进到原子体系. 这种安排, 其好处是, 在教学上简单易行. 但是, 由于它忽略了历史发展的某些细节, 这往往使人产生了这样的印象: 似乎玻尔理论是

玻尔凭空想象出来的,因而十分不利于学生思维能力的培养.为了启发学生的积极思考,我首先指出玻尔理论是建立在两块基石之上,即普朗克的量子理论,卢瑟福的有核原子模型,并且受到巴尔末公式的启发,说明了玻尔理论是在前人的工作基础上提出来的,并不是玻尔首先把普朗克常数引入到原子.在玻尔之前,尼克尔逊论述了电子的角动量就是 $nh/2\pi$,这一点后来被玻尔吸取,成为他的理论中的一个结论.实际上,玻尔的两条基本假设(定态不辐射以及量子跃迁与频率条件)才是玻尔的独创.玻尔还应用了对应原理的思想,推导出了角动量子化条件这个重要的结论.然后,我再给出玻尔的一系列结果:半径、能量、里德伯常数,以及广义巴尔末公式,并与实验结果进行比较.这样讲授,显得自然、生动,能使学生留下深刻的印象.在讲解了玻尔理论的地位与局限性以后,我立即指出,虽然玻尔的经典轨道的概念是不正确的,但是,玻尔的两条基本假设至今仍然是正确的.应用玻尔理论可以对最近十年来迅速发展起来的里德伯原子以及电子偶素、 μ 子素、介子原子、强子原子、反氢原子等一系列的反常原子进行很好的描述.

在教学实践中,我体会到,只有按照历史的本来面目,从纵的方面与横的方面如实说明原子物理学的发展及其影响,才能使学生在获得更深的教益,并且对学生的科学的世界观的形成是有利的.

在课堂教学中,多年来我贯彻、推广了杨福家教授所倡导的“言犹未尽”的讲授方法,给学生留有思考的余地与思维的空间.在讲授过程中,有时我有意留下“伏笔”,有时设立“悬念”或提出“疑问”,过一段时间,随着教学内容的逐步深入,再给出分析、解答.正是不断留下的那些“伏笔”、“悬念”或“疑问”,强烈地吸引了学生的好奇心,激发了学生的学习兴趣,培养了他们独立思考的习惯.我还列出一些有关的“世界难题”(参考附录),让学生在年青的心灵中留下一些问题,准备在今后的岁月里寻求答案.

4.2 增强原子物理学的历史感,用物理学史料进行方法论教育

为了发展与培养学生的探索精神,把物理学史引进大学物理教学,借鉴著名物理学家的成功经验或失败教训,开发学生的智力,这是当今物理教学发展的一个趋势.我曾结合有关原子物理教学内容,对一些物理学史与物理学家进行了深入研究,并发表了一系列论文(例如,1993年第2期《大学物理》发表的“拉曼和拉曼效应的发现”一文等);同时,我把

这些研究成果与他人的有关研究成果一并补充到有关教学内容中去,取得了意想不到的教学效果.

4.3 引导学生自学,调动学生学习的主动性

结合教学内容,我经常推荐并指导学生阅读有关教学参考书或文献,着重培养学生自学的习惯,提高自学的能力.为了获得好的自学效果,我还列出自学要点,布置自学思考题与讨论题,便于学生抓住重点与本质,掌握自学方法.我还鼓励学生利用课余时间查阅资料,讨论问题;并适当组织学生观看《近代物理》等教学录像片.我还先后为学生做了“里德伯常数的历史回顾与新进展”等一系列学术报告.为了培养高师物理专业学生的口头表达能力,我还鼓励学生上讲台发表演讲,在每学期开课一周后,每次上课前,我先请一位学生在有准备的情况下上讲台讲演3分钟左右.除了要求复述上次课的重点外,还可以讲自己学习本课的心得体会,或有关问题的解答,或介绍查阅到的有关资料、文献.学生都很珍惜这个上讲台的机会.实践表明,这种教学形式效果很好,它调动了学生的学习积极性,许多学生的这个3分钟的讲演,获得了同学们的热烈掌声,同时也为进一步开展课堂讨论创造了一定的条件.

4.4 开展写读书报告或小论文活动

为了进一步培养学生的分析与综合能力、创造能力与表达能力,对一些较难的问题,我鼓励并安排学生写小论文或读书报告.为了做好这方面的工作,我还利用课余时间为学生作了“怎样写科学论文”的专题报告.原则上我要求每个学生至少要完成一篇,实际上,有的学生还完成了两篇.小论文或读书报告写好后,还在学生之间进行了互相交流.通过开展写小论文或读书报告活动,极大地激发了学生的学习兴趣,对学生进行了科学研究方面的初步训练(有的学生在校学习期间,也公开发表了科学论文).学生普遍反映开展这个活动好.我个人认为,这有利于全面提高学生素质,有利于培养学生的创造力,可以增强学生适应未来工作的能力.

4.5 对习题归类,补充并示范各类典型习题

为了培养学生分析问题与解答习题的能力,我结合教学内容,对有关习题进行了归纳、分类,并对各种典型习题(包括近年来国内外招收硕士研究生的试题)进行示范分析与讲解,对有的习题给出了提示;为了加强解答习题方面的训练,并弥补现行教材在选编习题方面的不足,我还先后补充了三十多道习题或选作习题,供学生练习,从而扩大了学生对习题类型的见识,进一步加强了解题训练,同时,在习

题内容的现代化方面也进行了一些有益的尝试,对学生成绩的评定也初步进行了结构性的改革.

4.6 注重教书育人,加强对学生的爱国主义的思想教育

在讲解玻尔理论之前,我首先向学生介绍量子物理学家的领袖尼尔斯·玻尔的生平、成就及其爱国主义精神.由于《原子物理学》是在近代才发展起来的,不少中国物理学界的老前辈曾经对近代物理做出了贡献.例如,结合有关教材内容,我曾向学生分别介绍了叶企孙、吴有训、谢玉铭、赵忠尧、王淦昌、朱洪元的工作,也介绍过美籍中国物理学家杨振宁、李政道与吴健雄的科学贡献.这样做有助于增强学生的民族自信心.在核物理部分,我还特别介绍了为我国原子弹、氢弹事业做出巨大贡献的邓稼先教授的工作与爱国精神.不少学生是第一次听到邓稼先这个名字的.他们都被邓稼先的爱国热忱与英雄业绩深深地感动了,表示决心向邓稼先学习.

4.7 不断更新、充实教学内容、推进原子物理学课程的教学现代化

最近几十年以来,由于激光与加速器的进一步发展,促进了原子物理学的迅速发展.因此,在全面实现教学大纲的基本要求的情况下,不断更新教学内容十分必要.为了充实、更新教学内容,除了进一步强化用狭义相对论与量子力学的基本观念作为原子物理学整个教材体系的指导思想以外,我相应地增加了高激发态原子(即里德伯原子)、激光光谱学,光抽运,磁共振,原子钟,束箔光谱,原子物理的现代实验方法(包括原子束磁共振、光频-射频双共振与光抽运、能级交叉与量子拍、高分辨率激光光谱学、基于加速器的原子物理等),反常原子,反氢原子,原子激光,核应用技术,粒子物理,天体物理等内容,因而进一步扩大了学生的知识视野,使他们对原子物理学的一些前沿有了一定的了解.

为了更新和充实教材内容,推进原子物理学的教学现代化,十多年来,我已发表了一系列反映原子物理学新进展的论文(例如1992年5期《现代物理知识》发表的《原子物理的现代实验方法》一文和1997年6期《自然杂志》发表的“反常原子”一文等).同时,我把它们不断贯穿、渗透到原子物理学的有关教学内容之中,还作为原子物理学的课外阅读材料之一推荐给学生.学生普遍反映,阅读了这些文章,很受启发,开拓了视野,增长了知识.

目前,我国正在实施《面向21世纪教育振兴行动计划》,我们深感任重而道远,在教学研究与教学

改革方面还有很多工作要做,并且这是一项长期而艰巨的任务.我们要继续坚持以教学和科研为中心,围绕教学搞教研,搞科研,以科研与教研促教学,使教学与科研相结合,不断创新,努力提高教学质量与学术水平.

附录 物理学中长期未解决的一些疑难问题

1. 引力子或引力波的探测;
2. 地球磁场极性颠倒的原因;
3. 地外智慧生物是否存在?
4. 狄拉克的大数之谜;
5. 宇宙反物质的探测;
6. 反物质世界是否存在?
7. 可控热核反应能否实现?
8. 冷聚变?
9. 中微子有无静质量?
10. 自由夸克的探测,胶子?
11. 质子会衰变吗?
12. 电子有结构吗?
13. 超弦
14. 室温超导体
15. 弱、电、强、引力能否统一
16. 宇宙的大爆炸起源、无限膨胀?
17. 磁单极探测?
18. 超重元素(奇特核);
19. 希格斯粒子?
20. 中子星、脉冲星与黑洞?
21. 上述问题中,哪些又是物理学中的基本问题?

参 考 文 献

- [1] 喀兴林. 大学物理, 1992, 11(11): 4[Ka X L. College Physics, 1992, 11(11): 4 (in Chinese)]
- [2] 高政祥. 大学物理, 2001, 20(4): 34[Gao Z X. College Physics, 2001, 20(4): 34 (in Chinese)]
- [3] 关洪. 物理, 2000, 29(12): 747[Guan H. Wuli(Physics), 2000, 29(12): 747 (in Chinese)]
- [4] Cagnac B. 等著, 张悛慈等译. 近代原子物理学(上). 北京: 科学出版社, 1980[Cagnac B. et al. Zhang Y Z et al. trans. Modern Atomic Physics, —Fundamental Principles. Beijing: Science Press, 1980 (in Chinese)]
- [5] 杨桂林. 高教研究与探索, 1991(1): 49[Yang G L. Higher Education Researches and Explore, 1991(1): 49 (in Chinese)]

- [6] 褚圣麟.原子物理学.北京:高等教育出版社,1979[Zhu S L. Atomic Physics. Beijing:Higher Education Press,1979(in Chinese)]
- [7] 杨福家.原子物理学.北京:高等教育出版社,2000[Yang F J. Atomic Physics. Beijing:Higher Education Press,2000(in Chinese)]
- [8] Haken H, Wolf H C, Brewer W D, trans. Atomic and Quantum Physics. New York:Springer-Verlag,1983
- [9] Eisberg R, Resnick R. Quantum Physics. New York:John Wiley and Sons,1974
- [10] Hbransden B *et al.* Physics of Atoms and Molecules. New York: Longman Group Limited,1983
- [11] McGervey J D. Introduction to Modern Physics. New York:Academic Press,1983
- [12] 近代物理基础及其应用,上海:科学技术出版社,1981[Tipler P A. Modern Physics. New York:Worth Publishers,1978(in Chinese)]
- [13] Halliday D, Resnick R, Krane K. Physics (4th ed.) New York: John Wiley & Sons, Inc.,1992
- [14] Beiser A. Concept of Modern Physics (5th ed.) New York: McGraw-Hill, Inc.,1995
- [15] Frauenfelder H, Henley E M. Subatomic Physics (2nd ed.) New Jersey:PRENTICE HALL/Englewood Cliffs,1991
- [16] Krane K. Modern Physics. New York:John Wiley & Sons.,1983
- [17] 史斌星.原子物理学.北京:国防工业出版社,1997[Shi B X. Atomic Physics. Beijing:National Defence Industry Press,1997(in Chinese)]
- [18] 甄长荫,陈熙谋,胡镜寰.原子物理学学习指南.北京:高等教育出版社,1993[Zhen C Y, Chen X M, Hu J H. Guide to the Study of Atomic Physics. Beijing:Higher Education Press,1993(in Chinese)]
- [19] 王正行.近代物理学.北京:北京大学出版社,1995[Wang Z X. Modern Physics. Beijing:Peking University Press,1995(in Chinese)]
- [20] 徐克尊,陈宏芳,周子舫.近代物理学.北京:高等教育出版社,1993[Xu K Z, Chen H F, Zhou Z F. Modern Physics. Beijing:Higher Education Press,1993(in Chinese)]
- [21] 赵凯华,罗蔚茵.量子物理学.北京:高等教育出版社,2000 [Zhao K H, Luo W Y. Quantum Physics. Beijing:Higher Education Press,2000(in Chinese)]
- [22] 郑乐民.原子物理.北京:北京大学出版社,2000[Zheng L M. Atomic Physics. Beijing:Peking University Press,2000(in Chinese)]

·物理新闻·

液态光(Liquid Light)

西班牙 de Vigo 大学的 H. Michinel 教授与他在瑞典的合作者 C. T. Hogskola 教授认为在激光束中的光子是可以凝聚为具有液态性质的“光滴(light droplets)”的。

当激光通过非线性光学介质时,可以产生自聚焦.带有较强电磁场的强光束是能改变介质的折射系数,从而使介质起着透镜的作用.这时激光流会充分地聚焦,并使光流形成一个凝聚态,这个过程有点类似于在范德瓦尔斯力作用下,云层能凝聚成雨滴一样,但这些“光滴”并不静止,它们以光速进行着运动。

考虑到液态物质的一些普遍特性,如表面张力的作用以及在超流体中保持液体旋转性的特点等,H. Michinel 教授的研究组猜想,液态光应保持成“光滴”状,当然,他们的猜想还没有在实验室内得到验证.但他们相信这种“光滴”作为可靠的信息储存将会对未来的计算机技术极其有用。

(云中客摘自 Phys. Rev. E, June 2002)

叶脉的普适性(Universal Veins)

世界上的植物有各种各样,而这些植物的叶子也有着多姿多采的形状.但最近法国巴黎统计物理实验室的 S. Bohn 博士与法国国家自然博士馆的工作人员们对许多植物的叶脉进行了研究,他们发现所有的叶脉都具有相同的网络斑图.这些叶脉的共同特点是:在叶子的横截面上,凡是在大尺度叶脉与小尺度叶脉的交接处,其交角一定是 90° ,在同一尺度的叶脉上,凡由三条脉线构成的结合处,它们间的夹角一般都是 120° .这一点可以使我们联想到一个由一团细线编织的网(如渔网等),当它们在一定的外力作用下,在它们的结点处就有类似的角度关系,因此我们可以把所有的叶脉形成过程想象为一个简单的力学问题。

这个模型在许多方面可以使我们联想到物理学中曾出现过的一些问题,如成堆肥皂泡沫的横截面处观察到的 120° 截面角、在材料表面发生裂纹时,老裂纹与新裂纹的结合处总是保持着 90° 角的特征、由图林扩散方程控制的树枝分岔生长等.利用这个模型可以对植物生长时叶脉的形成进行更深一层的研究.过去有一些植物学家希望能用叶脉的结构形态来作为植物分类的工具,现在叶脉普适性的特征将使我们明白,叶脉的结构形态是不可能作为植物分类学的一种标志,它对于区分不同种类的植物没有什么帮助。