

理科课堂教学中创新能力的培养

何伯珩

摘要：在理科课堂教学中培养本科生创新能力的主要途径有三：一是抓住思想这条教学主线，带领学生分析、研究、探索、发现；二是科学方法的培养；三是开展多种目的、多种形式的课堂讨论。

关键词：创新能力；思想；科学方法；课堂讨论

在为培养创新人才而实施的研究性教学中，课堂教学仍然占有主导地位，而创新能力的培养则应成为课堂教学的主旋律。在理科的课堂教学中怎样培养大学本科生的创新能力呢？笔者通过自己多年的教学与教学督导实践，提出以下几点思考供各位同仁参考，不当之处，请批评指正。

一、思想是课堂教学的主线

创新是一个民族进步的灵魂。创新人才的基本素质是具有创新意识、创新精神和创新能力。因此培养学生的创新意识、创新精神和创新能力是教学的首要任务。

任何一门学科都是人类数千年文化思想发展与继承的结晶，现代科学特点之一是发展神速，呈现了知识量激增和知识更新，新陈代谢加速的形势。以此出发，知识的学习是无穷尽的，学习并掌握一门学科或一堂课的基本内容只是走了一个台阶，而形成这些内容或问题（定义、定律、规律、原理……）的历史背景，提出或解决问题的出发点、观点和方法则是教学中的精髓所在，这些东西能使学生进入一个更新、更高的境界，这也就是我们的先辈早就说过的“与其给人以鱼，不如授人以渔”。正是在此意义上，我们说思想是课堂教学的主线，或者说，思想是课堂教学的龙骨。为此，在课堂中教师要带领学生一道去分析、研究、探索、发现，一道跟随历史发展的足迹去类比、归纳、演绎、综合、假定……在引入新课时，也要从历史发展的角度提出所要讨论问题的实验材料、各种矛盾或困难，可以这样向学生表述：“这就是当时摆在科学大师面前的难题，也是现在呈现在我们面前的问题，请大家和我一道思考。”例如，在物理和化学专业的量子物理（或量子力学）结构化学课中，电子自旋的本质是一个尚待解决的问题，我们在课堂上对学生说：“自旋的本质至今仍是一个谜，诺贝尔奖的桂冠

正等待着勇于攀登者去探索！”正是这种诱导与启发，让学生自己去“发现”与研究问题，能激发学生强烈的兴奋感与探本求源的积极性，这种亲历探究，是让学生真正体验科学魅力的最佳途径。

任何科学的发展都离不开人，任何科学的内涵都有不少有关人的丰富的内容。每一个科学规律，每一个科学发现不仅伴随着这些智者长年累月的艰苦探索，也几乎都伴随着无数次失败或失误，从成功与失误的对比中，更能使学生得到启迪，更利于培育他们的创新精神。英国著名化学家戴维就曾感触至深地说：“我的那些最重要的发现是受到失败的启发而获得的。”为此，要求教师能有机地、恰如其分、不喧宾夺主地结合课程内容阐述科学史。已故北大化学家付鹰教授说得好：“一门科学的历史，是那门科学中最宝贵的一部分，科学只能给我们知识，而历史却能给我们智慧。”因此在理科教学中，我们可以选择一些典型事例（如物理学中热的本质、光的本性、化学中的电离学说……）进行分析，从成功与失误，正确与错误，一个观点或另一个观点的对比中传授知识，引导学生跟踪历史的步伐去探索与判断。在“结构化学”课量子力学基础中讲爱因斯坦关于光量子假设时，我们用几分钟讲了普朗克的悲剧：到19世纪末，经典物理学已发展到了很完善的地步，以至不少物理学家公开声称，物理学的基本定律已被发现完了，剩下的事仅仅是解方程，“玩弄”数字符号罢了。可是随着人们实践不断发展，经典物理学的天空出现了两朵乌云。其一就是黑体辐射的规律，维恩和瑞利-金斯的理论都只能解释部分现象，如果按照瑞利-金斯公式，在紫外波段能量将发散，这就是艾伦费思特所说的紫外灾难。1900年当时已年过40的普朗克运用内插法将维恩与瑞利-金斯的两个公式结合成一个新的公式，能完全与实验吻合，这就是大名鼎鼎的普朗克公式。在这个公式中他不得不提出一个假设： $E=h\nu$ ——“量子”，普朗克也因此获1918年诺贝

何伯珩，华中师范大学教学督导组组长，教授。

尔物理奖。但是由于传统观念的束缚，他日夜操劳：或者把量子假设纳入经典理论的轨道，或者寻找回避这一假设的途径。就这样整整花了十五年，力图放弃这一革命的假设。他有一次和儿子散步时，甚至说：“我现在做的事或者毫无贡献，或者可能成为牛顿以后物理学上最大的发现。”就在旧的传统观念禁锢普朗克思想的时候，1905年当时年仅26岁的爱因斯坦，接过并推广了由普朗克提出几乎又被他扼杀的能量子假设，提出了新的“光量子”假设，建立了爱因斯坦的光量子说，同年，爱因斯坦还用能量子假设探讨了固体的比热。可是就在此时，普朗克还认为爱因斯坦“在其思辨中有时可能走得太远了”。普朗克的这个悲剧是发人深省的。

在自然科学的发展史中，人类对真、善、美的追求，文化艺术的熏陶也是激发科学家创新思维的原动力。数学中的一个重要分支——群论，在物理和化学中占有重要的地位，它源于“对称性”这一基本概念，而对称性又源于人类对美的追求。在古希腊、古埃及、我国殷商时期出土的大量文物中，从花鸟虫鱼、飞禽走兽到飞天的舞女，无不呈现为各种各样的对称图案。正是这种对称性，导致了一系列守恒定律，其中由左右对称导致的宇称守恒律，它们都被认为是永恒的颠不可破的绝对真理。至20世纪50年代，在亚原子领域，种种实验表明： θ 介子与 τ 介子具有相同的质量、电荷与寿命，应为同一种 κ 介子，但在衰变中却显示它们的宇称不相同，与其他实验矛盾，这就是著名的 θ - τ 谜。坚信宇称守恒的绝大多数物理学家对此迷惑不解，而深受中国古老文化熏陶的两位年轻的中国科学家李政道、杨振宁，也许受了阴阳太极图的启示，敢于“冒天下之大不韪”，提出在弱相互作用中宇称不守恒及实验验证的建议。可是当时另一位很著名的以理论思维极强、发现错误见长的物理学家泡利却扬言：“我不相信上帝是一个软弱的左撇子，我可以跟任何人打赌，做出来的结果一定是左右对称的。”以中国女科学家吴健雄为首的实验小组证实了这一发现。李、杨因此获1957年度诺贝尔物理学奖。可见，具有一定的文化艺术素养对于理科生也是有益的。事实上，许多著名的科学家都有很好的文化素养，有的甚至可以说是多才多艺。如：爱因斯坦不仅是一位大物理学家，也是一个造诣很深的哲学家，一个很优秀的小提琴手。相对论量子力学的奠基人著名物理学家狄拉克的文学水平很高，杨振宁称赞他的文章是“秋水文章不染尘”，没有一点渣子，他的笔是神来之笔。我国科学家杨振宁、李政道、钱学森、苏步青的文采都令人称羨。因此，在课堂中，结合教学内容花3~5分钟，用“三言两语”“打侃”，对学生的启迪与激励远远超过知识的传授。

在科学发展的漫长历程中，人们对于自然规律的认

识是逐渐深化的，绝对真理少之又少，现今广泛呈现在各学科中的定理、定律或理论都只是相对真理。随着生产力水平与科技水平的提高，这些相对真理或则被推翻，或则会被修改、被完善。因此，在教学中一定要以辩证的发展的观点讲解这些内容，要讲它们的局限和不足。要使学生不仅对定理、定律不迷信、不僵化，反而有敢于挑刺、敢于质疑的叛逆精神。教师还可结合自己的科研向学生简介自己的构思，引导学生去创造。例如，我们在结构化学中，对阐释分子结构中的两种理论分子轨道理论与价键理论进行了对比分析，指出其不足与发展前景，也简介我们自己的工作。这样不仅破除了大二学生对科研的神秘感，也激起了学生对科学研究的热情。

二、科学方法——培养创新能力的基本途径

科学方法是人们发现真理和改造自然的桥梁与手段。一般地说，科学方法包括归纳、演绎、观察、实验、假定、类比、推断、分类、理想模型、思想实验等方法。在课堂中结合科学史进行科学方法的教育，就不仅可以让学生学到作为知识活动结果的结论，还可以学到如何运用这些科学方法来进行创造，发展科学。

在科学发展史中，运用科学方法进行科学创造，取得重大成果的例子比比皆是。众所周知，抽象的逻辑思维与演绎是数学家发展数学的最基本方法，数学领域的绝大部分辉煌成果都由此而得。类比法是古今中外物理学家最常运用的思维方法，类比使物理学家取得重大突破的例子不胜枚举：库仑定律把静电相互作用与万有引力类比；卢瑟福将原子结构与太阳系进行类比；德布罗意将微观粒子与光子类比；薛定谔将物质波与机械波类比……归纳法是使化学家取得重大发现的主要方法之一，人们熟知的元素周期律就是门捷列夫在分析当时已发现的六十余种化学元素的性质与原子量的关系后归纳得出的。在当代，对有机合成具有重要指导意义的“分子轨道对称守恒原理”也是以大量有机化学实践为基础，正确运用归纳、类比、综合等方法而得出的，这一规律的发现者之霍夫曼因此获1981年诺贝尔奖。在天文学、地学、生命科学等学科中也可举出许多类似的例子。

在教学中，教师不仅要通晓本学科的科学史，更要善于精心组织教学内容，运用科学方法进行教学活动。尤为重要是教师若能在讲授中逻辑思维缜密、推理演绎严格、讲授语言简练准确，娓娓道来、滔滔不绝，这种示范作用将使学生折服，受益终身。我国著名科学家吴有训两支粉笔讲完一堂课的完美形象，使同样是著名科学家的钱伟长在进入耄耋之年仍念念不忘。

(下转第29页)

见解！这就是我们认为两个“及早”中的一个。

其次，根据我们的教学实践，希望能在二、三、四年级教学中形成“两条不断的线”：

(1) 在学生四年学习中形成阅读英语材料、用英语会话的“线”：在我们这一课程的基础上，每学期从一下开始都有一、两门课程选用英语教材或英语参考资料，并对学生有一定的要求，例如写一篇有关某门课程内容的英文文章，或者翻译一篇原文材料。那么，经过四年的熏陶，必然会具有这方面的能力。学院也可为此多准备一些英文的各学科的教材或参考资料，形成一种环境。

(2) 在四年学习中，让学生有不断参与研究工作的“线”。从一年级第一学期开始，就要让学生有这样的机会去实践，仍以杜源所体验到的为例：“……在这种教学模式中，每一个小组成员的能动性得到了充分的调动。这种学习的模式应该是我们每一个人向往的。而这种模式一旦建立，我们收获的就不仅仅是几个物理专业词汇或概念、定律的英语表述，更重要的是一种阅读英文文献资料，从中筛选整合，加上自己的思想后形成自己作品的能力。”当然，这只是开始，在此基础上再提高，必

然会得到有深度的论文。

参考文献：

- [1] 恽瑛,孙荣玲,张炳华,朱延技,张勇,叶兆宁. Bilingual Physics with Multimedia 教材建设与低年级学生能力培养的研究[J]. 物理与工程, 2006(2).
- [2] 恽瑛,张勇,叶兆宁. 研究型、互动型的“双语物理导论”课程的研究与实践[Z]. 2006年(西安)全国高等学校物理基础课教育学术研讨会论文集.
- [3] 顾俊辉,孙紫微,孔蕾. 学习“双语物理导论”课程点滴[J]. 物理与工程, 2006(2).
- [4] 宋寅晨,黄志川,施展. 鱼与渔——“双语物理导论”课程学习体会[J]. 国际物理教育通讯, 2006(37).
- [5] 吴国柱,钮慎超,张书智. 在探寻科学真美的道路上走得更远,更深,更坚实——缅怀中国的居里夫人吴健雄教授[J]. 国际物理教育通讯, 2006(37).
- [6] 杜源,李鑫. 东京之行的收获[J]. 国际物理教育通讯, 2006(38).

[责任编辑：杨裕南]

(上接第17页)

三、课堂讨论——激发创新火花的催化剂

在以学生为主、学习为主的开放式、研究性教学实施时，由教师根据教学内容精心组织适量的课堂讨论，是激发创新火花的催化剂。上世纪中叶以著名物理学家玻尔为首的哥本哈根学派培养了一大批诺贝尔奖获得者，他们以各种形式进行的学术讨论会对科学创造或发现所带来的推动作用举世闻名的。

以存在疑难、佯谬或多解的习题而展开的讨论是深受学生欢迎的。它不仅能加深学生对基本概念与基本理

论的理解、正确把握问题的实质，而且能拓展学生的思路，开发学生的创造性思维。

以一些基本理论或规律为主题而开展的专题讨论是课堂讨论的最高层次。它要求教师精选课题，要由浅入深，从简到难。为达到预期的目的，需要学生阅读资料、查文献、搞调查，写出小论文，再在此基础上组织发言提纲。教师还要通过摸底，对讨论作出安排，在讨论进行时协调、引导，使之沿着既定的方向发展，最后导出公认的结论。对于讨论中出现的奇思妙想、歪想怪说则应予以鼓励！

[责任编辑：文和平]