

点

击

丛书主编 华长慧

教学创新丛书



# 关于物理 文化对话

中学物理教学创新

主编 姜永  
主审 沈吉

3.7



科学出版社

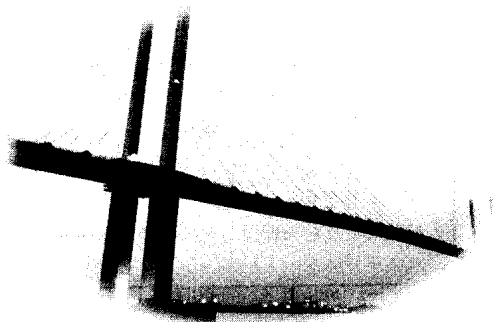
[www.sciencepress.com](http://www.sciencepress.com)

243  
G633.7  
547  
点

击

丛书主编 华长慧

教学创新丛书



关于物理

文化对话

中学物理教学创新

主编 姜水根  
主审 沈克琦

科学出版社·北京

## 内 容 简 介

本书是一本与高中物理教师进行交流的书。本书的开篇就是通过对话和讨论的形式,从教师和学生不同的角度、从理论和实践不同的层面、从东西方不同的文化背景,阐述了我们高中物理教学的思考,这里涉及哲学、科学、教育诸多方面的问题,可以说是物理教师最感兴趣的话题。

本书适合于广大中学物理教师,大、中专师范院校物理系师生,中学教育管理人员及对物理学习有兴趣的中学生。

### 图书在版编目(CIP)数据

关于物理文化对话:高中物理教学创新/姜水根主编.-北京:科学出版社,2002

(点击教学创新丛书/华长慧主编)

ISBN 7-03-010709-8

I. 关… II. ①姜… III. 物理课—教学研究—中学 IV. G633.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 056818 号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂 印刷

科学出版社编务公司编辑制作

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2002年9月第 一 版 开本: 850×1168 1/32

2002年9月第一次印刷 印张: 6 1/4

印数: 1-6 000 字数: 155 000

定 价: 12.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换<环伟>)

# 前 言

## ——物理教学的境界

我们的物理教学工作，是为了向学生传授物理知识，培养学生分析、解决实际问题的能力，通过物理教学，造就学生良好的科学素养和科学精神。这个工作是通过日常的教学活动逐步完成的，通过我们的备课、做实验、讲授、批改作业、辅导、考试等环节一点一滴地进行的。在我们进行物理教学的过程中怎样把握这个度呢？我们教师又是要达到怎样的目标呢？这就有一个教学境界的问题。

我们的教学水平是逐步提高的。我们以下围棋作比方。我们下围棋先是学会四个子吃一个子，然后吃一块子，然后知道“定式”和“布局”。后来知道下围棋实际上是处理好四个关系，那就是“死”与“活”、“地”与“势”、“厚”与“薄”、“先”与“后”的关系。这就是说，在学习、熟悉游戏规则的过程中，围棋的水平在不断提高，相当于我们在教学的过程中，熟悉教学规律，教学水平在不断提高一样。

再后来知道了，下围棋也不必赢，只要“味道”好就行。一步棋的“味道”好，就不是单纯地为了赢棋，而是棋形好、表现出一种美感；算路准、表现出一种力度；寓意深、表现出一种哲理。这样的棋局是流芳百世的“名局”。当下棋的人达到非常高的水平，在良好的心态下，不论棋的形势的优劣，都可以下出在当时条件下的“味道”好的棋来。相反，在不平静的性情支配下，比较浮躁、比较激动，尤其是在棋的胜负带上功利性时，下出的



棋要么没有生气，要么比较过分。我们的古人总结了一句十分精辟的话，就是——“争胜无名局”。

其实这句话值得我们中学教师深思，当我们不把学生的分数作为我们追求的目标，而仅仅是当作我们工作的自然的后果的话，就跳出“争分”的圈子，不去争那个最高分数，那么在物理教学中追求的就是另一个目标了。那么我们会认识到“争分无名师”，我们要追求的是一个境界。

我们所追求的物理教学的境界。具体地说是三种：物理教学的科学境界、哲学境界、艺术境界，是我们进行物理教学的真、善、美的本义。

本书第一章在表述我们对物理科学、物理学科、物理教学观念的时候，采取了对话和讨论的形式，虚拟了张、赵、王、马四位老师和甲、乙、丙、丁四位学生。第二章提供了我们在进行物理教学的教案或课堂教学实录。第三章讲述了我们进行创新教学的活动和学生的部分成果。所列的成果都是学生在浙江省宁波效实中学学习期间取得的，后来他们进入北京大学、中国科学技术大学等高校深造。

# 目 录

## 序 前 言

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 第一章 最有趣的话题      | 1   |
| 第一节 从哲学开始       | 1   |
| 第二节 实验的精髓在控制    | 7   |
| 第三节 重要的是物理思维和观念 | 13  |
| 第四节 对称——科学的美    | 18  |
| 第五节 真理在两个极端之间   | 26  |
| 第六节 一堂好的物理课     | 32  |
| 第七节 时间碑前        | 39  |
| 第八节 习题的思想       | 45  |
| 第九节 科学的精神       | 52  |
| 第二章 像第一次上课那样    | 58  |
| 第一节 自由落体运动      | 60  |
| 第二节 平抛物体的运动     | 64  |
| 第三节 平抛运动复习      | 71  |
| 第四节 单摆          | 77  |
| 第五节 宇宙速度人造地球卫星  | 83  |
| 第六节 库仑定律        | 90  |
| 第七节 电磁振荡        | 97  |
| 第八节 电磁场         | 103 |
| 第九节 光的直线传播      | 109 |
| 第十节 天然放射现象      | 116 |



|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| 第十一节 物理高考复习和创新思维 .....         | 122        |
| <b>第三章 希望从这里升起 .....</b>       | <b>130</b> |
| 第一节 启迪、捕捉学生创新思维的火花 .....       | 131        |
| 第二节 课题：为什么要接地 .....            | 143        |
| 第三节 电学实验课题示例——闪烁灯 .....        | 147        |
| 第四节 光学小课题示例 .....              | 153        |
| 第五节 声波干涉现象的实验研究设计 .....        | 157        |
| 第六节 反演对称的启示——学生的一次科学发现经历 ..... | 163        |
| 第七节 “直条成像”与“横条成像”(学生论文) .....  | 165        |
| 第八节 谈恒星(学生论文) .....            | 170        |
| 第九节 利用电容器放电测电容(学生实验报告) .....   | 175        |
| <b>参考文献 .....</b>              | <b>179</b> |
| <b>后 记 .....</b>               | <b>180</b> |



# 第一章 最有趣的话题

物理学作为一门科学，受到人们广泛的关注。科学家用他们的工作显示了物理学的巨大作用；科普作家用他们的讲解揭示了物理学的诱人魅力；社会的每一个成员在他们的研究、生产、生活或学习的每一个领域处处都感受到了物理学耀眼的光芒。物理学作为一门学科，人们总是议论纷纷。家长说物理学是基础学科，一定要扎扎实实地学好；学生说物理学听懂容易做题难，不知症结在何处；局外人也说物理这门学科最奥妙，学习物理要有最聪明的头脑。整个社会在烘托着物理难学的舆论和气氛。

物理学真的是那么难吗？如果我们不是凭感觉来下论断，而是从教和学的实践中，从失败和成功的案例中进行理性思考的话，我们很可能得到另外的结论。

让我们到教学的第一线，到正在执教的物理老师中去，到正在学习物理的学生中去，看看他们的学习和工作，听听他们的感受和思考。当然物理科学的问题和物理学科的问题，涉及到哲学、科学的历史，涉及到教育、教学的观念，涉及到东、西方文化的差异，涉及到艺术甚至价值观，说来话长了。

## 第一节 从哲学开始

一提到希腊这个名字，在有教养的欧洲人心中，自然会引起一种家园之感。

——黑格尔



张：今天我在上课的时候，讲到古希腊哲学家，讨论了哲学问题。大家注意到了，在上课的时候，提问最积极的是政治课代表。说到曹操，曹操就到，他不是来了吗！

学生甲：张老师，您是物理老师，怎么物理老师也喜欢讲哲学？

张：怎么会不喜欢呢！物理科学的祖师是牛顿，牛顿的代表作就是——《自然哲学的数学原理》。那是一本科学书，也是哲学书。

学生甲：从您们物理老师看来，到底什么是哲学？

张：说来话长，哲学是关于世界观的学问，是自然科学和社会科学的概括和总结……。不管物理老师的角度和其他老师的角度有什么不同，我们考察一下哲学的发展的话，可以看到哲学是由问题组成的。可以说，整个一部哲学史就是问题史。

学生甲：英语课也思考问题，化学课也思考问题……，不仅仅是哲学课思考问题。赵老师，您说对吗？

赵：英语课的问题 What is this? / This is a cup.这个问题的答案很简单。化学课的问题(研究这个杯子)，玻璃是什么成分？是  $\text{Na}_2\text{CaSi}_6\text{O}_{14}$ 。这个问题是一个科学问题，要经过化学分析研究才能作答，但毕竟是一个具体问题。哲学提出的问题则不同，它是研究物质世界和精神世界根本性和普遍性的问题，如什么是时间？什么是空间？宇宙是有限的还是无限的？时间有没有开端？物质是不是无限可分的？人能不能认识客观世界？等等。这里的问题哪一个是容易的？人类文化发展的早期对客观世界规律的研究都称为哲学，后来随着研究的深入就分化了，研究自然规律的学科就称为自然哲学，这就是牛顿那本书名称的来源。欧美国家自然科学的博士仍称为哲学博士(Ph. D.)，就是历史上传下来的。

王：这使我想起了以前我读恩格斯的著作，恩格斯的那句话：“哲学，这一凌驾于一切专门科学之上并包括一切专门科学的科



学……”这句话里出现了“科学的科学”，像绕口令似的，开始还真读不懂呢，以为印书的时候排版排错了！后来逐渐懂得了是指古希腊的自然哲学。

学生乙：在上物理课的时候，老师多次讲过古希腊哲学家，介绍过古希腊的成果，我们在下面议论，这位老师是“言必称希腊”，希腊的科学并不发达，怎么不讲中国和美国。

张：这怎么说呢？这一切都是从古希腊开始的，亚里士多德关于运动的理论，德漠克利特关于原子的理论，欧几里德关于几何的理论，芝诺的悖论……。

学生乙：希腊人的名字我总是读不好，只叫得出少数几个。我最了解的是欧几里德，关于几何的理论，我们在初中时学习了平面几何，做了那么多的几何证明题，真是妙不可言。至于亚里士多德，我只记得他说的话总是错的。

张：我们要全面地、正确地对待亚里士多德，他在许多的领域都有建树，他的著作可以放上整整一个书架。当然他在物理学上有相当多的错话，但是总的来说，他应当属于影响人类历史进程的最伟大的学者之一。

赵：古希腊真是一个奇迹，在那么小的一个地方，在那么早的时间，竟然会在物理学、历史、文学、逻辑学、生物学、天文学、哲学那么多的领域出现几十位流传于人类历史的学者、思想家。大家一定注意到了，我们的高中物理的教科书中提到的哲学家最多的就数古希腊了。

张：在这里我要问各位同学，教科书上有哪几处提到古希腊学者？

学生乙：我记得有两处提到古希腊哲学家。在学习自由落体运动的时候，书上提到了古希腊哲学家亚里士多德，他认为物体下落的快慢是由它们的重量决定的，物体越重，下落得越快。另外在学习动力学的时候，书上又提到了亚里士多德，他认为：必



须有力作用于物体上，物体才能运动，没有力的作用，物体就要静止下来。其他的有关古希腊的就记不住了。

张：你为什么会记住这两处呢？

学生乙：因为亚里士多德的思想与我原先的想法比较吻合，我也觉得应该是重的物体下落得比轻的物体快，也认为马拉车才能前进，马不拉车就停止了。后来老师做了实验，认识到重的物体可以与轻的物体下落得一样快，老师的分析使我认识到力不是维持运动的原因。这样我的想法转变了，亚里士多德的名字也记住了。

学生丙：在学习分子运动理论的时候，教科书提到了德谟克利特，他认为万物都是由极小的微粒构成的，并把这种微粒叫做原子。我因为喜欢化学，所以特别注意。书上还有一句评论说，“这种古代原子学说虽然没有实验根据，却包含着原子理论的萌芽。”

张：当然，研究物质结构的不仅有德谟克利特，从希腊哲学的祖师泰勒斯(他认为万物源于水，关于这点书上没有介绍)开始，古希腊人从来没有停止过对世界本原的探索。还有吗？大家回忆一下，在学习天体运动的时候……

学生甲：古希腊天文学家托勒密提出地心说，认为地球是宇宙的中心，它是静止不动的，太阳、月球和其他天体都绕地球运动。

张：还有日心说。

学生甲：日心说是波兰天文学家哥白尼提出的，托勒密的地心说虽然得到教会的支持，但是最终还是被日心说战胜了。

张：大家没有注意到书上提醒一句话：“哥白尼在古代日心说的启发下……重新提出日心说”，这里所说的古代日心说就是古希腊哲学家阿里斯塔克(书上没有提他的名字)，他提出地球有自转、同时绕太阳运行的观点。除此之外，还有在学习光的折射时提到





古希腊。

学生丁：折射定律也叫斯涅耳定律，不过他不是希腊人，他是17世纪的荷兰科学家。

张：在荷兰科学家斯涅耳之前，由古希腊天文学家托勒密经过测量提出折射角与入射角成正比的规律。还有在讨论光的本性时，古希腊学者也有见解。

学生丁：关于光的本性，有牛顿的微粒说与惠更斯的波动说，而没有古希腊学者啊！哦，对了，可能是在牛顿之前，好像还有一个叫做“触须说”。认为光是从眼睛里射出来的特别细的触须，用触须触摸物体时就引起视觉。这也是古希腊人想出来的吗？能想到这个份上也真绝，好像是蝙蝠用超声波“听”物体似的。

学生甲：我学习高中物理之后感觉到，人类的科学好像都是从古希腊开始似的，多次把物理科学与古希腊哲学相提并论。但是我们学习物理也可以不提古希腊哲学，直接从近代或现代科学讲起，现在教科书几次三番地重提古希腊，一定有思想上的意义。

张：你的悟性很好，你触及到了问题的本质。人类的早期的知识就是哲学，物理学是从自然哲学中分化出来的。当然，化学、生物学也是从自然哲学中分化出来的，各自成为一门独立的科学。我们说，科学无国界，对于任何民族都是一样，这里不分中国数学、美国物理，没有这种说法的。但是，哲学就不同了，是有民族性的，这里有中国哲学、印度哲学和希腊哲学之分。古代中国的哲学主要着眼于天人关系、对人生的思考，希腊哲学更多着眼于大自然、对宇宙的理性的探索。

学生甲：我联想起赵老师给我们做过的讲座，讲了同一个意思，古希腊留给我们一种精神上的东西。

赵：是的，古希腊人的气质的确是与众不同，他们研究宇宙天体运行，研究物质结构，研究快跑者阿喀琉斯能不能追上乌龟……



学生丙：老师，阿喀琉斯追乌龟是怎么回事？

赵：阿喀琉斯是古希腊传说中跑得最快的人，是特洛伊战争中的英雄。乌龟在他的前面，但是乌龟爬的速度是相当慢的，芝诺证明了阿喀琉斯永远也追不上乌龟。

学生丙：不可能，我可以用算术中的追及问题列式求解，得到阿喀琉斯追上乌龟用的时间。

赵：你先别急，先听听芝诺怎么说的：阿喀琉斯从  $A$  点跑步追赶在他前面的  $A_1$  点的乌龟。如图 1-1，他若想追上乌龟，必须首先到达乌龟开始跑的位置  $A_1$ ，因为乌龟起跑时在阿喀琉斯的前面，有一定的距离。当阿喀琉斯到达乌龟开始跑的位置时，乌龟已经跑到前面去了，乌龟虽然跑得慢，但它毕竟在跑，阿喀琉斯想追上乌龟，他又面临一个同样的问题，他必须再次跑到乌龟此刻的位置  $A_2$  才能追上乌龟。等他跑到了，完全同样的问题又摆在他的面前……。阿喀琉斯从  $A$  跑到  $A_1$  用的时间是  $t_1$ ，从  $A_1$  跑到  $A_2$  用的时间是  $t_2$ ……从  $A_{n-1}$  跑到  $A_n$  用的时间是  $t_n$ ，这里有无穷多段的时间。虽然阿喀琉斯跑得快，他也只能一点一点逼近乌龟，但他却永远也追不上乌龟。

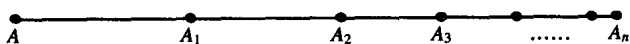


图 1-1

学生丙：经他这么一讲似乎也有一点道理，但与事实不符，应该说是歪理。

学生乙：我看还是会追上的，因为阿喀琉斯在每次到达乌龟原来的位置所用的时间可以表述为数列的和  $T = t_1 + t_2 + \cdots + t_n$ 。它是收敛的。

赵：我们相信，芝诺当然不是不懂这么简单的问题，而是提出了一个运动的悖论，让人们研究时间的性质，它是发人深思的。当我们学习了高中物理之后，我们还会遇到许多值得深思的问题。



张：这样一个民族：思考万物源于水，讨论维持运动的原因，使用圆规直尺作图，证明阿喀琉斯能不能追上乌龟，欣赏维纳斯雕像，举行奥林匹克运动会……。这就是古希腊，这就是古希腊学者的气质，这就是古希腊的精神，正是在古希腊大地上诞生了哲学，孕育了科学！

## 第二节 实验的精髓在控制

物理学家是在自然过程表现得最确实、最少受干扰的地方考察自然过程的，或者，如有可能，是在保证过程以其纯粹形态进行的条件下从事实验的。

——马克思

张：今天请大家来谈谈在物理学习中做实验的体会。

学生甲：在新课的教学中老师总是做实验给我们看，通过实验引出课题，我感到很有兴趣，而且通过实验来建立物理概念，理解物理规律。例如弹力这节课，老师用许多种物质进行实验演示，我们看到弹簧、钢片、塑料板等物体在受力时发生了形变。

学生乙：老师还让我们自己动手做，体会一下物体在受力时发生形变的情况，我亲身感受到，有的物体受力发生形变比较明显，有的物体在受力时发生的形变不明显，有的甚至看不出有形变。但看不出形变不说明物体在受力时没有形变，通过测量变换、放大观察量的方法，可以看到，坚硬的物体如玻璃瓶受力时发生形变，硬桌面在受力时也发生了形变，只是形变量很小而已。

张：你们的体会很好，现在我问你们，做物理实验最要紧的是什么呢？



学生丙：做物理实验最重要的是要亲自动手，我们做落蛋的实验，研究怎样的装置可以使生鸡蛋不摔破。方法有很多，有的是用海绵做缓冲，有的是用降落伞，有的是用水来缓冲的，为了延长鸡蛋落地时受冲击的时间，各人的想法不同。每一种设计都有许多技术性的工作，通过动手做，解决了许多问题。我体会到，只要动手做了，就会解决问题。

学生丁：做物理实验最重要的是要观察，比如我们研究物体发声与物体的质量的关系，我是从扬琴和木琴受到启发，在家里还研究了敲击饭碗酒杯发声，好像演奏木琴一样。声调的高低与碗的大小，放水的多少有关，调节碗中的水量，水放多了音调就低了。这就需要观察，这里的观察，不仅是要用眼睛看，还要用耳朵听。只有仔细观察了，才能说是做好了实验，才可能获得真理。

张：你们说的都有一定的道理，我们学习物理就要积极动手做实验，如果不是亲自动手，不能得到体验，对于学好物理是很不利的。我们学习物理就要仔细观察，只有通过仔细观察，才能对实验的现象和实验的数据进行分析，得出正确的规律。但是，你们说的不是本质。古希腊哲学家是伟大的，亚里士多德是古希腊哲学家中的集大成者，更是伟大的。但是，在我们高中物理中，亚里士多德说了许多错话。他说：“重的物体比轻的物体下落得快”，他还说：“力是维持物体运动的原因”。为什么亚里士多德在生物学、在天文学、在逻辑学等多方面都取得了很多成就，而在物理学上却总是犯错误呢？而伽利略就能得到正确的结论，比较他们两个人，区别在哪里呢？

学生丙：物理学是一门以实验为基础的科学，而古希腊哲学家是研究理性的，对感性的实验没有兴趣，像亚里士多德就没有动手做实验，没有正确地观察，所以说了错话。

张：亚里士多德出身于一个医生的家庭，从小就得到父亲传



授的医道，因此从小他的心灵就倾向于经验的研究。亚里士多德在研究的时候，比如在研究两个物体下落的问题时，是动手的，也是观察的，但是他不是实验的。

学生甲：这是怎么说的呢？如果说他是动手做了，又是观察了，怎么说他没有做实验呢？

学生乙：我知道了，亚里士多德的这个实验不是在真空中做的，而是在空气里做的，所以他是做得不对，观察得不对。

张：伽利略也不是在真空中做的，他是在空气里进行实验研究的，为什么他能得到正确的结论呢？研究自由落体时，物体降落的时间很短，很难进行测量，因而对轻重不同物体下落时间进行比较很困难。伽利略改用斜面进行实验，是一个颇具创意的想法。他把一个铜球从蒙着羊皮纸的斜面上滚下来(控制小球从斜面下滚的摩擦，使它尽量地小)，在实验中小球都是从静止释放(控制小球的初始状态)，他控制斜面的倾角、控制小球起始点的高度。斜面的倾角不大时，小球运动的时间较长，有利于时间的测量，而由于速度不大，空气阻力引起的实验误差也很小。伽利略还用数学方法对实验数据进行处理，那时候还没有计时的钟，他是用大的容器通过底部漏水的办法来计时的。他得到了小球从斜面上滑下来的运动是匀变速运动，而且在相同的倾角的斜面上小球的加速度相同的结论。然后进行理性的推论，认为自由落体运动是倾角为  $90^\circ$  的斜面上滑下来的运动。

学生丙：我明白了，做实验不能贪图省力，做实验就要不怕麻烦，步骤复杂一点，正规一点，这就是实验。

张：不能这样理解，我们说，物理学是实验的科学，所谓实验，就是人们为了一个目标，人为地造成一个比较理想的环境，设法排除次要因素的干扰，努力减小实验误差，控制变量进行研究的。你们想想看，伽利略是不是这样的？

学生丙：那么亚里士多德的方法算是什么方法呢？



张：亚里士多德的研究方法叫做观察的方法，他通过观察日常生活现象得到了重物体下落得快，这不是实验的方法。在天文观察上，他通过观察月食，得到了地球是球形的结论(这是正确的)。

学生乙：这么说天文学就不是实验科学了？

张：不能这样说，古代天文学单纯地进行观测，这也是科学实践，要创造和使用仪器设备，但是，它不是深层次的实验科学。人类研究天体的运行，不能像伽利略研究小球那样控制天体的运动，而只能用观察的方法。但现代天文学研究天体上的物理过程包括实验室中的研究，还用实验仪器直接研究太阳的辐射，太阳风，星体的光谱，这些不都是天文学的内容吗？亚里士多德在研究地面上物体的运动时可以做实验，他没有做是他的失误之处。

学生丙：听老师的一席话，使我明白了，实验要求我们认真地进行观察，要求我们动手操作。但是实验不仅是动手做，不仅是观察，还要动脑子。“物理学是一门以实验为基础的科学”，这样一句明白的话，却有着深刻的内容。现在回想我们做落蛋的实验，就是在经过分析之后，想方设法控制鸡蛋与周围物体作用的时间。

张：是啊！实验的精髓是控制。有了这样的认识，在做实验的时候，思想就明确了。比如，在验证互成角度的两个力的合成的平行四边形定则时，我们为什么要两次把橡皮条的结点拉到同一位置？在做验证玻意尔定律的实验时，我们是用对针筒里的气体进行研究，为什么要检查针筒的橡皮帽是否漏气？

学生乙：验证互成角度的两个力的合成的平行四边形定则时，我们要两次把橡皮条的结点拉到同一位置是控制橡皮条具有相同的形变，也就是第一次互成角度的两个力的作用和第二次单独用一个力的作用是等效的。做验证玻意尔定律的实验时，针筒的橡皮帽不漏气是为了控制气体的质量保持一定。我明白了，实验的