

上海市哲学社会科学规划 教育学
课题研究成果
上海市教育科学研究重点项目
(A1011)研究成果

高中国际课程的 实践与研究

/ 物理学卷

唐盛昌 主编

王作梅 陈沁 朱臻 等 编著



上海教育出版社
SHANGHAI EDUCATIONAL
PUBLISHING HOUSE



Practice and Research on International Curriculum

Physics

高中国际课程的实践与研究

这是一套写给教育决策者看的书，在推进教育国际化进程中对高国际课程引入的目的、体系、法理、准备、实施等方面提供来自于实践的研究与政策思考。

这是一套写给教育理论与实践研究者看的书，从学科比较教育学视角，为教育理论研究者提供来自国际课程实践的案例，为教育实践研究者提供鲜活的国际课程实践经验的启迪。

这是一套写给中学校长看的书，有助于正确认识国际课程，借鉴其中有价值的理论与经验，结合校情获得创造性实施与运用，以推进学校课程改革。

这是一套写给中学教师看的书，从实践的视角探讨我国的课程内容、教学方式与国际的课程内容、教学方式的差异，拓展视野，进而在教学内容选择、教学方式变革上作出新的探索。

这也是一套家长在为孩子选择国际课程时值得参考的书，有助于正确地认识自己的孩子是否适宜学习国际课程，怎样提升孩子国际课程学习的效果，并树立合适的价值取向。

- 总论卷
- 数学卷
- 物理学卷
- 化学卷
- 生物学卷
- 经济学卷
- 信息科技卷



ISBN 978-7-5444-4365-4



易文网: www.ewen.cc

定价: 38.00 元

上海市哲学社会科学规划 教育学
课题研究成果
上海市教育科学研究重点项目
(A1011)研究成果

唐盛昌 □主编
王作梅 陈沁 朱臻 等 □编著

高中国际课程的 实践与研究 / 物理学卷



上海教育出版社
SHANGHAI EDUCATIONAL
PUBLISHING HOUSE

图书在版编目(CIP)数据

高中国际课程的实践与研究. 物理学卷 / 唐盛昌主编. —上海:
上海教育出版社, 2012.12
ISBN 978-7-5444-4365-4

I. ①高… II. ①唐… III. ①中学物理课—教学研究—高中
IV. ①G633

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第296515号

责任编辑 方鸿辉
封面设计 陈 芸

高中国际课程的实践与研究 物理学卷
唐盛昌 主编

出版发行 上海世纪出版股份有限公司
上 海 教 育 出 版 社
易文网 www.ewen.cc
地 址 上海永福路 123 号
邮 编 200031
经 销 各地新华书店
印 刷 江苏启东人民印刷有限公司
开 本 787×960 1/16 印张 17 插页 1
版 次 2012 年 12 月第 1 版
印 次 2012 年 12 月第 1 次印刷
印 数 1-3,000 本
书 号 ISBN 978-7-5444-4365-4/G·3432
定 价 38.00 元

(如发现质量问题,读者可向工厂调换)

前 言

《高中国际课程的实践与研究·总论卷》出版后,广受读者青睐。之所以有这样的反响,我想主要是由于目前基于实践的国际课程比较研究相对较少,而且这方面的研究与当前我国正在推进的教育改革与发展需求是紧密相关的。

我国要迈向从人力资源大国到人力资源强国、从教育大国到教育强国之路,在教育改革与深化上,就必须将其中的“强”以世界一流的先进水准为参照系,也必须不断拓展国际视野,以多种形式来借鉴国外优质教育的经验,从中汲取有价值的营养为我所用,从而站在更高的平台上弘扬与提升我国的优秀教育传统与文化,形成具有先进水平、我国特色的教育体系。对高中国际课程的实践与比较研究而言,取其精华,并创造性地为我所用,也就成了其中重要的一环。

上海建设国际化大都市的步伐在加快,在基础教学领域,推进国际课程的实践与研究方面有其得天独厚的地理优势与文化优势。加强对高中国际课程的实践与比较研究,有利于我们在正确认识学校课程的实践理性与价值理性基础上,找到进一步推动我国高中课程改革的切入点与突破口,使我们学生的发展能够站在与国际同类学生同一条甚至更高的起跑线上。《上海市中长期教育改革与发展规划纲要(2010—2020年)》在增强学生国际交往和竞争能力方面,专门提出了“试点开设高中国际课程”探索的意见。如今,在上海市中小学校中开设国际课程的试点学校越来越多,全国各地开设国际课程的学校也

呈蓬勃发展之势,如何正确地认识国际课程,如何在把握国际课程总体改革趋势的前提下,深入到具体学科领域进行国际比较,创造性地将其中蕴含的先进经验运用到我国的教育改革中,需要我们对基础教育国际课程进行深入研究探索。

上海市上海中学作为百年名校与东西方文化交流的窗口,一贯注重从国际课程中汲取有价值的元素来推进中学的教育改革。历年来,上海中学已经在高中国际课程的实践与研究方面进行了一系列卓有成效的探索:1993年我校创设了国内第一所由中国人自主管理的国际部,形成了从1年级到12年级的完整序列,所实施的课程以国际文凭(IB)课程及类美国课程(含大学进阶先修AP课程)为主^①,并被授权开设了PSAT、SAT、TOEFL、GRE考点,汇聚了国外原版教材760余种计11万册,外文图书15万册。20年的教学实践表明,我校的高中国际课程的教育质量达到了国际一流水平,既取得了为国际认可的优良成绩,也积累了中国人实施与管理国际课程的良好经验。更为重要的是,我们借鉴并改造了这些实践研究,积累了自己的经验,将其运用于适合我国学生的课程改革与教材建设中,很好地提升了学生的国际视野、可持续发展的能力,在推进学校课程建设与创新人才早期培育诸方面已走在了全市乃至全国的前列。这些都为我们开展基于实践的高中国际课程的比较研究奠定了坚实的基础。

考虑到实践研究与成果运用的普遍性,我们选取的主要研究对象为在我国实施的、在其他一些国家与地区被广泛认可与采用的、具有一定国际影响的有代表性的国外课程。为深入到学科领域开展高中国际课程的比较研

^① 考虑到我国国情、学校实施的差异性,我们并不是完全按照美国课程体系来实施的,而是进行了适当的、切合我国国情与学校特点的创造性地改造,所以加上一个“类”字。

究,我们在进行《高中国际课程的实践与研究·总论卷》研究的同时,还选取了已在我校实施多年的、比较成熟的、取得良好成绩的六门学科进行高中学科国际课程的实践与比较研究,形成高中国际课程的实践与研究的六个学科分卷:数学卷、物理学卷、化学卷、生物学卷、信息科技卷和经济学卷,以分期出版。

《高中国际课程的实践与研究·总论卷》连同六个学科分论卷的出版,是我所主持的上海市哲学社会科学规划·教育学课题、上海市2010年教育科学研究重点项目(A1011)“优质高中国际课程的实践研究”的主要成果,也是我任所长的“上海市基础教育国际课程比较研究所”成立后的第一批科研成果。这套丛书也属于上海市上海中学国际部创建20周年的献礼之作,凝聚了这些年来我校各位学科教师和管理人员的实践与智慧。

这套丛书旨在探讨当前高中在引入与实施国际课程过程中普遍关心的热点、难点问题,以及相应的解决策略,为提升我国高中课程建设的国际视野与现代化水平、育人高度与竞争力诸方面,提供可资借鉴的具体案例。

这套丛书的亮点在于对高中国际课程进行了与本土学校教学实践的比较研究,不同于专门研究机构与教育理论工作者所关注的宏观诠释与理论探讨,许多观点都是在对相关高中国际课程的多年教学实践基础上形成的,体现了大量实践研究的案例,具有学校实施层面的可参照性与可读性。更为重要的是,这套丛书将我们对高中国际课程实践的普遍认识与基于实践的学科课程比较研究紧密结合了起来,有利于深入认识我国高中学科课程与国际课程中的设计差异(尤其是实验科学),从中汲取有价值的营养,因地制宜地推进基础教育的课程改革与教学创新。

相信这些研究成果能为教育研究人员以及学科教师了解国际课程的概貌、发展方向等方面打开一扇窗,为基础教育决策者、学校管理人员提供一些

决策参考的有益启迪,为同类试行高中国际课程的学校提供一些可资借鉴的经验,以利于结合自身实情加以改造与运用,从而更好、更快地推进高中教育教学的改革。对于一些想让孩子学习国际课程、为孩子出国作准备的家长来说,翻阅此书也有助于正确地认识国际课程,帮助孩子挑选适合自己的国际课程学习取向。

由于我们对于高中国际课程的实践与研究尚处于不断探索的过程中,丛书中所提供的实践与研究,肯定会有一些局限或疏漏,敬请读者批评指正,以利再版时予以修正。

上海市基础教育国际课程比较研究所所长

上海市上海中学校长 唐盛昌

2012年10月

目 录

第一章 课程结构和教学内容	1
第一节 IB 物理学课程	2
一、课程结构的选择性——标准水平和高水平	2
二、教学内容及特点分析	5
三、教材选择	16
第二节 IB 物理学课程与我国高中物理学课程理论内容之比较	17
一、课程结构	19
二、理论部分教学内容	22
第三节 AP 物理学课程	104
一、课程结构的选择性——物理学 B 和物理学 C	104
二、物理学 B 教学内容及特点分析	106
三、教材选择	110
第四节 美国一般高中物理学课程	112
一、多元化课程选择概况	112
二、常规物理学课程教材内容	113
三、教材选择	115
第二章 教材特色	118
第一节 IB 和 AP 物理学教材特色	118
一、凸显源于生活用于生活的学科特色	118
二、融入现代高科技元素	122

三、体现学科交叉性	126
四、渗透科学态度与方法的培养	129
第二节 美国一般高中物理学课程教材特色	133
一、面向全体学生的普遍需要	133
二、促进学生多维度的发展	139
三、值得一提的教师版用书	146
第三章 注重探究的物理学实验教学	150
第一节 验证性和探究性的互补	150
一、IB 物理学课程实验	150
二、AP 物理学实验活动	159
三、美国一般高中物理学课程实验	168
第二节 专题探究性活动	177
一、IB 物理学拓展论文	177
二、IB 科学组课题	185
第四章 教学实践和教师素养	189
第一节 教学实践	189
一、教学内容现代化	189
二、IB 物理学课程探究性实验教学	196
三、TOK 在物理学教学中的渗透	209
四、以学生为主导的 AP 物理学教学	218
第二节 教师素养	222
一、对学科教学的理解——本土教师的观念调整	223
二、专业、语言和文化	226
第五章 评价体系和训练系统	231
第一节 评价体系	231
一、IB 多元化课程目标在评价体系中的落实	232
二、AP 物理学考试和实验活动评价	239

三、SAT 物理学考试	241
第二节 训练系统	246
一、IB 物理学课程	246
二、AP 物理学课程	252
参考文献	260
后记	262

第一章

课程结构和教学内容

国际学校学生的文化背景、英语水平、个人兴趣以及升学去向各不相同,学校开设的课程整体上有着多元化和个性化的需求,具体到物理学课程也是具有高度选择性的。以笔者所在学校——上海市上海中学国际部为例,由于高中各年级学生人数达到一定的规模,现已开设的用英语进行教学的物理学课程分三类:国际文凭 IBDP(International Baccalaureate Diploma Programme)物理课程、美国 AP(Advanced Placement)物理学课程和一般类美国高中物理学课程。物理学课程的选择性一方面体现在上述不同类型的课程选择上,另一方面体现在每一类物理学课程内还有不同层次的选择。不同的课程决定了不同的教学内容。本章分别介绍这三类课程结构的具体情况,并对各自的教学内容(侧重理论部分,实验参见第三章)的特点作了分析讨论,特别将 IBDP 课程与中国国家课程作了较详细的比较研究。

紧接课程内容之后的主要问题是教材的选择。无论是 IB、AP,还是一般美国高中物理学课程,都无规定版本的教材。IB 只是制定并动态更新其课程标准,从不钦定物理学学科的使用教材,历来由开设 IB 课程的学校自主选择教材。美国的教材编写和出版发行制度和其课程选择制度一样,也一直奉行自由化原则。所以英语的物理学教材市场呈多元化的供给态势。并且由于市场选择,教材在每次版本更新过程中,不断融入先进的教育理念和学科进展成果,推陈出新,保持了高水准的教材质量。各校情况不同,同一所学校内部同一门学科不同层次课程目标不同。对学校而言,选择何种教材服务于课程当在教与学两方面取得平衡。从学的角度讲,今日信息世界,在谷歌和维基百科背景下成长起来的一代学生随时随地可以从网络中获得各种资讯,然而教材的重要性并不因此降低。好

的教材,可读性强,能够激发学生兴趣,引领学生的学科学习。从教的角度讲,一本好的教材,教材内容组织合理,配套资料与教学适宜,对教师来说会成为一个好的起点载体,有利于教学工作的开展。以物理学学科而言,虽然各种教材覆盖内容有类似之处,但表达方式、难易程度以及与其他学科的协调程度相去甚远。学校可以自主选择物理学的学科教材组合,这样无疑可以确保所使用的教材最大程度地针对本校课程情况和师生情况,并随着学校的发展和学生情况的变化,作出相应调整。因此,本章在对各课程的结构和内容讨论之后,对于教材选择概况也作了一些可资参考的基本介绍。有关教材特色的具体情况则在本书第二章予以较细的分析讨论。

第一节 IB 物理学课程

一、课程结构的选择性——标准水平和高水平

(一) 国际文凭组织和课程简介

国际文凭组织 IB(International Baccalaureate)于 1968 年在瑞士日内瓦创立。IB 现提供从幼儿时期一直到中学毕业连续的 3 个国际教育项目。即

大学预科项目 DP(Diploma Programme),创立于 1969 年;

中学项目 MYP(Middle Years Programme),创立于 1994 年;

小学项目 PYP(Primary Years Programme),创立于 1997 年。

每个项目是自成一体的,学校可以只开设其中一个项目。据统计,全世界现有 141 个国家 3 291 所学校参加了 IB 的一个或多个教育项目,学生人数达 962 000 之多。^①

小学项目和中学项目是两个课程体系框架,允许学校通过教师小组的集体合作开发制定属于自己的教学内容。大学预科项目 DP 则是一套规定的课程,旨在为学生提供被世界各地的大学录取所需要的资格证明。DP 项目被设计成一套综合性的两年制课程(中学最后两年)。DP 全科生要从最佳语言、第二语言、社会和人文学科、实验科学、数学和艺术

^① <http://www.ibo.org/general/who.cfm>(2011/8/13)

术选修六个学科组中分别选择一门学科来学习。物理学和化学、生物学以及设计技术都属于实验科学组。一般每门学科都有标准水平和高水平之分。学生必须选择至少三门最多四门高水平课程。除了六门学科课程外,还有三门核心课程,即知识论 TOK(Theory of Knowledge)、拓展论文 EE(Extended Essay)和创造、行动和服务 CAS(Creation, Action, Service)。DP 课程是为学生成功升入高等教育设计的,因此选读 DP 的学生需要有一定的语言和学科基础。

由于南北半球地区不同,DP 每年举行两次考试,分别在 5 月和 11 月。据统计^①,2010 年全球开设 IBDP 文凭课程的学校共有 2 155 所。其中 1 957 所参加 5 月考试,198 所参加 11 月考试。IBDP 课程教学和考试语言有英语、法语和西班牙语三种。2010 年使用英语的学校占 88.26%。2010 年参加 5 月 DP 文凭考试的全球学生数为 48 522 人。

(二) IBDP 物理学两种水平的课程结构

IB 物理学课程(后简称 IB 物理学)有标准水平 SL(Standard Level)和高水平 HL(Higher Level)之分。两种水平在课程目标上是一致的,但是在教学内容的广度和深度上是有差别的。

1. IB 物理学课程结构

标准水平 总教学时间:150 小时

理论部分 110 小时:核心必修内容 80 小时+选择性内容 30 小时;

实践部分 40 小时:实验 30 小时+科学组课题 10 小时。

高水平 总教学时间:240 小时

理论部分 180 小时:核心必修内容 80 小时+高水平补充必修内容 55 小时+选择性内容 45 小时;

实践部分 60 小时:实验 50 小时+科学组课题 10 小时。

2. 教学内容主题

核心内容

1. 物理学和测量

^① Statistical Bulletin, May 2010 <http://occ.ibo.org/ibis/occ/home/subjectHome.cfm?subject=physi>

2. 力学

3. 热学

4. 振动与波

5. 电流

6. 场和力

7. 原子与核物理

8. 能源与气候变化

高水平补充必修内容

9. 物理学在场中的运动

10. 热

11. 波

12. 电磁感应

13. 量子物理和核物理

14. 数字技术

选择性内容

标准水平选择性模块(SL)

A. 视觉和波

B. 量子物理与核物理

C. 数字技术

D. 相对论和粒子物理

标准水平和高水平选择性模块(SL/HL)

E. 天体物理

F. 通信技术

G. 电磁波

高水平选择性模块(HL)

H. 相对论

I. 生物物理

J. 粒子物理

关于选择性内容,标准水平可以从 A—G 的 7 个模块中选两个;高水平可以从 E—J 的 6 个模块中选两个;E、F、G 三个模块中标准水平的内容要求是高水平内容要求的子集。

关于科学组课题,是和选择化学、生物学的学生一起合作完成,具体要求可见本书第三章。

(三) 学生对 IB 物理学课程的选择情况

物理学对多数学生而言是一门较难学的学科,选择物理学的学生相对较少。据统计^①,全球 2010 年 5 月考试选择生物学的学生总数是物理学的 2.06 倍,选择化学的是物理学的 1.28 倍。其中,生物学高水平的是物理学高水平的 2.86 倍,化学高水平的是物理学高水平的 1.49 倍。一般而言,学生如果要选择物理学高水平,要有 IBMYP、英国 GCSE 或同等性质的科学课程学习基础。上海中学国际部的高中物理学从九年级(高一)开始,学生在九年级的学习中可以体会到 IB 物理学课程的要求,了解自己的潜力和兴趣是否适合进一步学习 IB 物理学。通常选择高水平物理学的学生往往是将来升学方向为工程类,当然也不乏将来就读文史哲或商科的学生选择高水平物理学的,因为个人能力和兴趣兼备。

二、教学内容及特点分析

(一) 核心必修内容

1. 物理学和测量

(1) 物理学研究的领域:数量级概念的理解和运算;对于日常生活中的一些物理量能够估算其数量级大小;知道整个宇宙在长度(基本粒子尺度 10^{-15} m 到可观测到的宇宙尺度 10^{25} m)、质量(电子质量 10^{-30} kg 到宇宙质量 10^{50} kg)和时间(光穿过一个原子核的时间 10^{-23} s 到宇宙的年龄 10^{18} s)三个量的从最小到最大的数量级。

(2) 测量和误差:国际单位制;基本单位和导出单位;单位换算;系统误差和随机误差

① Statistical Bulletin, May 2010 <http://occ.ibo.org/ibis/occ/home/subjectHome.cfm?subject=physi>

的概念、例子；区分精确度和准确度；有关有效数字的法则；误差传递的计算；数据用图像表示时，误差线的处理；最佳拟合曲线（限直线）的斜率和截距的误差计算。

（3）矢量和标量：图像法求矢量的和与差；正交分解法计算；矢量和标量的乘除。

2. 力学

（1）运动学：位移、速度和速率、加速度；瞬时量和平均值的区别；物体作匀变速运动的条件；匀变速运动的有关问题、自由落体运动、空气阻力对下落物体的影响；理解终极速度的概念；位移、距离、速度、速率和加速度对时间的图像的分析；一维和二维相对速度的计算。

（2）力和动力学：重力；受力分析；合力计算；牛顿第一定律；牛顿第二定律及其不同表达式；冲量和动量；动量守恒；牛顿第三定律。

（3）功、能量和功率：功；图像法求变力做功；动能；重力势能；能量守恒；弹性和非弹性碰撞；功率；效率。

（4）匀速圆周运动。

3. 热

（1）热的概念：温度；热平衡；绝对温标和摄氏温标转换；内能；摩尔和摩尔质量；阿伏伽德罗常数。

（2）物质的热的性质：比热容；固体、液体和气体在分子运动及结构上的区别；相变；熔解热和汽化热；气体压强；理想气体模型；温度和分子平均动能的关系；理想气体状态方程。

4. 振动与波

（1）简谐振动的运动学：简谐振动的定义、描述及关于位移、速度和加速度的计算。

（2）简谐振动的有关能量变化的分析和计算。

（3）受迫振动和共振：阻尼振动；自然频率；共振现象；受迫振动频率对振幅的影响。

（4）波的特征：横波和纵波；有关描述波的概念；速度和波长、频率的计算。

（5）波的性质：反射；折射定律；干涉和衍射。

5. 电流

（1）电势差、电流和电阻：电荷在不同电势间运动的能量变化；电子伏特；电流；电阻；