

“进展的物理”对物理教育的挑战*

孟昭曜[†]

(重庆教育学院计算机与现代教育技术系 重庆 400067)

摘要 与我国的情形相类似,英国16岁以上学生选学物理的人数逐年下降。“进展的物理”正是英国物理学会(the Institute of Physics)为吸引更多16岁以上学生学习物理而开发的当代物理课程。文章介绍了这一高中物理课程改革的时代背景和基本理念、全新的课程内容和结构、新颖的学习方式和评价模式,试题的形式和例子,对我国正在进行的中学及大学物理课程改革有一定的参考借鉴作用。

关键词 “进展的物理” 物理课程改革 英国物理教育

Advancing physics : a challenge to physics education

MENG Zhao-Yao[†]

(Chongqing College of Education, Chongqing 400067, China)

Abstract Advancing Physics is a contemporary course developed by the Institute of Physics as part of a response to the falling number of students aged over 16 who study physics in Britain. This course is contemporary in content and mode of delivery, and is also attractive and accessible to the widest possible range of students. Teaching and assessment are designed to give students opportunities to pursue and develop their own interests while examining their understanding of physics. Chinese physics teachers in school and college may learn from this reform how new changes make teaching and learning physics different as never before.

Key words Advancing Physics, reform of physics course, physics education in Britain

1 课程性质和基本理念

在英国,儿童从5—16岁完成学校学习并获得中等教育证书 GCSE 后,想进一步深造的学生将继续学习高级水平(Advanced level)课程,并以 A-level 课程的考试成绩作为大学入学成绩。一些资料显示,不少学生并不喜欢物理,选择大学物理专业的中学生人数也在下降,仅在英国的英格兰和威尔士,过去十多年里已从 55000 人降到 35000 人。“进展的物理”(Advancing Physics)就是英国物理学会(IoP)和牛津剑桥考试中心(OCR)为16岁以上学生设计的全新的 A-level 物理课程,作为对此做出反应的一部分。

这一新课程在 2000 年推出,在 2001 年已经有超过 8000 的学生参加了新课程实验。课程改革的基本理念是:

- (1)在学习内容和接受方式上全面更新;
- (2)吸引更多的学生学习物理并易于为学生接

受;

(3)物理应当联系日常生活、人、工作场所、时代和文化,展示事物的前因后果和实例;

(4)学生应该有发展他们自己兴趣的机会,其主动进取的精神应当受到鼓励;

(5)对基本数学方法的理解和应用完全由课程本身所支持;

(6)教师在尝试和实验中,通过服务网络可以得到持续的和充分的支持。

2 关于课程结构

“进展的物理”课程分为高级辅助课程[The Advanced Subsidiary (AS) Course]和高级考试课程[The Advanced Level (A2) Course]两部分,每部分学习时间为一年,各部分有 9 章内容,以主题的形式

* 2002-12-13 收到初稿,2003-02-12 修回

[†] E-mail: zymeng@cta.cq.cn

组合. 在最后有一章, 通过一些实例对整个课程作了回顾和评论.

2.1 “进展的物理”高级辅助课程结构

“进展的物理”高级辅助课程的设计意图是吸引学生学习物理并保持他们的学习兴趣, 主要介绍物理学在今天不同领域的应用和在今后众多职业领域里的价值, 为学生将来决定想要做什么提供较好的基础. 教学和评价的设计也以发展学生自己的兴趣为目的. 内容如下:

通信方面(8 周)

(1) 成像(2 周): 包括光学和有关信息的想法.

(2) 传感(4 周): 包括直到差分电路的简单电路理论.

(3) 信号(2 周): 包括光谱、偏振以及数字信号.

材料和设计方面(5 周)

(4) 材料测试(3 周): 包括材料的机械、光学和电学特性, 并且关注我们使用的多种材料.

(5) 材料的内部(2 周): 包括在各个结构层次上解释材料的特性; 设计新的材料.

波和量子行为方面(6 周)

(6) 波行为(4 周): 包括双缝和光栅, 颜色和薄膜.

(7) 量子行为(2 周): 包括光子和电子衍射的证据.

空间和时间方面(6 周)

(8) 描述空间和时间(2 周): 包括矢量、位移和速度.

(9) 计算运动(4 周): 包括匀加速度和万有引力.

2.2 “进展的物理”高级考试课程

“进展的物理”高级考试课程的设计则考虑到学生继续深造的需要, 仔细平衡了有关宇宙和物质的基本观点, 物理与技术 and 应用等内容, 数学的进一步运用则通过一个建模软件的使用来体现, 并更加关注物理如何改变我们的思维和生活, 教学和评价也更加重视个人的主动参与. 有关章节如下:

模型和规则(9 周)

(1) 建立模型(3 周): 包括指数衰减和将简谐振动作为一个简单的计算机模型, 势能和动能.

(2) 外层空间(4 周): 包括轨道、环绕运动、引力场.

(3) 我们在宇宙的位置(2 周): 包括宇宙热爆炸起源的证据, 关于相对论最初的想法.

极端的物质方面(4 周)

(4) 非常简单的物态(2 周): 包括理想气体、分子运动论、热容量、内能、能量守恒.

(5) 非常热和冷和物态(2 周): 包括电离、热行为、玻尔兹曼常数.

场方面(5 周)

(6) 电磁机械(3 周): 包括变压器、发电机、电动机、输电和发电.

(7) 电荷和场(2 周): 包括电场、电势、在原子和扩散层中的电场.

基本粒子方面(7 周)

(8) 进一步探究物质的微观结构(4 周): 包括散射, 核原子, 原子能级, 关于原子结构的量子考虑, 核子结构的证据, 关于相对论最初的想法, 关于粒子物理学.

(9) 辐射和危险(3 周): 包括辐射衰变, 核稳定, 辐射危险, $E = mc^2$.

物理学的进展方面(2 周)

包括一系列的问题, 其中有些属于基本问题, 有些涉及应用. 为在某个问题上取得进展, 物理学不同学科的知识被综合应用, 或许会产生新的问题.

3 多种学习方式

IoP 配合新课程“进展的物理”的实施, 推出了包括教材、课程指导、教师版 CD 学生版 CD 及一个专用网站, 充分利用现代信息技术, 为老师和学生构建了一个教和学的多媒体交互平台. 以下是笔者得到的教师版光盘中“进展的物理”高级考试课程 2001 教师版的主界面(见图 1).

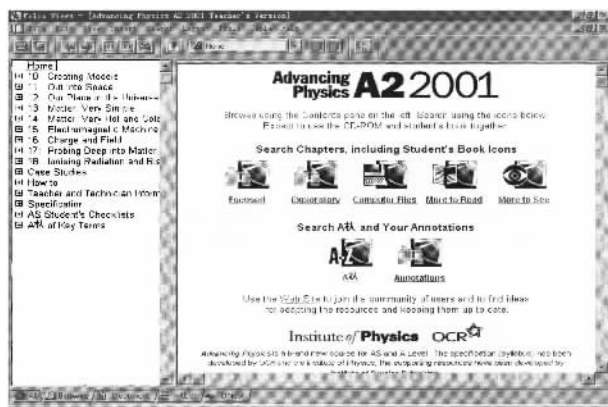


图1 “进展中的物理学”A2 2001 教师版主界面

学生通过光盘查找学习资料十分方便, 而且有些内容图文并茂音像俱全, 特别是其中的计算机模拟模型构建功能, 学生可以输入相关数据, 从虚拟的

示波器或动画演示看到相应结果,增加了学习的主动主动性和趣味性.进一步的查找或探究,还可以从“进展的物理”课程的网站上^[1]获得帮助.

4 课程评价模式

作为一门新课程,其评价方式是大家最为关注的.“进展的物理”课程的考试由 OCR 负责设计,旨在达到 A 级的质量水平,学生成绩其完成工作任务的情况和卷面考试成绩综合评定.

4.1 “进展的物理”高级辅助课程

“进展的物理”高级辅助课程有两套试卷.第一套试卷为编号 2860:物理活动(1 小时 30 分)(90 分);第二套试卷为编号 2861:理解过程(1 小时 30 分)(90 分).每套试题分为 A、B、C 三部分.

在 A 部分,有 20 分的短问,例如第 4 题[4 分]:手持全球定位系统(GPS)的接收者获取从多个卫星发来的无线信号,以确定他所在的位置.

(a)一卫星位于接收者上方 $2.656 \times 10^7 \text{ m}$ 处的绕地球轨道,计算信号从卫星到达接收者所需时间[2 分].

(b)接收者要能在误差不超过 30m 的范围内计算出他所在的位置,试就该系统计时设备的精确度加以评估[2 分].

B 部分是 40 分的结构性问题,例如第 9 题[9 分]这是一个关于数码相机的问题.该相机的镜头距离被摄物 200 mm,镜头焦距 5.00 mm,成像于光电靶 CCD 上.

(a)计算 5.00 mm 镜头的放大倍数[2 分].

(b)计算镜头至光电靶的距离[2 分].

(c)光电靶每 6.25 mm^2 上有 10^6 个光敏元件整齐排列.

(i)证明每个光敏元件的宽度为 $2.5 \mu\text{m}$.

(ii)计算这一宽度对应于被摄物上的距离[3 分].

(d)评价该相机的成像质量[2 分].

C 部分有 30 分的扩展性问题,考生可根据课程学习中获得的知识和线索来回答,有机会写出自己独立研究的一些结果.例如第 13 题[13 分]这是就某一特定的应用选择传感器的问题.

(a)(i)简要描述在这一应用中需要的传感器.

(ii)叙述选用传感器的目的,解释在该应用中检测的重要性.

(iii)推荐一种适于该用途的传感器[4 分].

(b)(i)画出电路图或方框图,表明如何从传感器的输出信号得到用于被检测的电信号.

(ii)描述电路如何工作[6 分].

(c)写出该传感器的特性,说明在这一应用中你的选择不错[3 分].

以上所有题目必做.

学生的工作任务:进行物理实践(120 分).它包括三项任务:仪器操作、材料研究和展示、数据处理.这三项任务应在高级辅助课程学习期间完成,形成一个单独的文件夹,并评定成绩.每项任务的工作量应不少于 3 小时或等量的独立研究和写作.

4.2 “进展的物理”高级考试课程

作为大学入学考试“进展的物理”高级考试课程的笔试和实作的难度明显增加.该课程有三套试卷.第一套为编号 2863/1:宇宙时钟的涨落(1 小时 10 分)(70 分);第二套试卷为编号 2864/1:场和粒子图像(1 小时 10 分)(70 分).第一套和第二套的试题类型与试卷 2860 和 2861 类似,A 部分有 20 分的短问,B 部分有 50 分的结构性问题.所有题目必做.

第三套试卷为编号 2865:物理学进展(1 小时 30 分)(90 分).在 A 部分,考试前的几周提供给考生约 1500—2000 字(包括数据和图表)的物理学论文,使他们有机会研读.考试时,考生会得到这篇文章和以前没见过、可能不熟悉的相关题目,主要测试考生阅读理解、数据分析和概括的能力.例如,OCR 提供了 Steve Adams 于 1998 年 3 月发表在 New Scientist 上的《引力波》一文节选,分别就相关段落安排了 5 个大题,涉及引力波的特性,与超声波、X 射线的比较,电磁力与引力,韦伯的引力检测棒等,既有分析和计算,也有解释和评价.

B 部分有两个结构性问题,如仍涉及数码相机,则进一步深入到相机所用电池的容量,成像的分辨率和像素,拍摄活动物体时的速度计算等,通过涉及课程中各类物理知识及其综合应用的问题,进一步考察考生的概括能力.

学生的工作任务有两项:一是实际探究(40 分),考生应当从自己感兴趣的任何物理学问题着手进行实际探究;二是撰写研究报告(40 分),该报告应体现考生综合应用学科知识从事自己所选物理课题的个人研究能力.每项任务都给考生以自己选择研究课题、独立工作的机会,不少于两周的工作量和独立研究的时间,并要求学生在该课程学习期间

内完成。

可以看到,这一评价模式在于理论学习与动手实践相结合,考试成绩与平时表现作互补,笔试试题面向现代和贴近生活,工作任务则看重学生参与物理实践,注意提高学生从事实际探究和撰写研究报告的综合素质和能力。

为推动“进展的物理”课程的实施和正确导向,鼓励和表彰在新课程学习中的佼佼者,IoP专门设立了物理实践、实际探究和研究报告三个大奖并公布提名学校,每年颁布一次。请注意:不是奖励笔试状元,而是看平时完成三大工作任务的实绩,这值得我们思索。

笔者认为,我国的物理教育也面临类似问题^[2],虽然中学物理课程改革已经起步,并将在2005年全面铺开,但两相比较,我国物理界的参与

程度和力度还不够,信息技术与物理学科的整合还有待加强,大学的物理课程改革也未跟上,特别是新的考试评价方法尚在摸索^[3]。IoP能够积极参与中学物理课程改革的思路和做法对我们很有启发,特别是该课程的学习方式和评价模式很有创新,我国部分尝试双语物理教学的中学是否引进该课程也值得考虑。这一改革还势必影响大学的物理教育。中学已经改了,如果大学的物理课堂还依然如故,将如何应对新一代大学生的全新思维模式、学习研究方式和知识能力结构。

参 考 文 献

- [1] <http://advancingphysics.iop.org/>
 [2] Meng Z Y. Phys. Educ., 2002, 37(1) : 7
 [3] Meng Z Y. Phys. Educ., 2003, 38(1) : 2

· 物理新闻与动态 ·

固态等离子体

(A solid state plasma)

美国利弗摩尔国家实验室的 Glenzer 博士与他的研究组能将铍离子晶格保持固态达几个纳秒的时间。他们的实验分为两步,首先是利用大功率激光器产生强 X 射线去照射一个涂有铍的模板,使电子从铍原子内剥离并逃逸,一般 2—3 个原子可释放出 4 个电子。在固态离子分解前的极短时间内,又对金属薄膜进行第二次的激光照射以便于产生出一束诊断 X 射线。X 射线散射显示电子密度可达到每立方厘米内有 2×10^{23} 个电子,而其温度可达到 6×10^5 K。在低原子序数的等离子体内是很难获得这样的物理状态的,可是在惯性约束核聚变中经常要用的正是这类低原子序数的等离子体,如铍、氫同位素等。所以利弗摩尔研究组开展这项研究的目的是希望能逐渐地摸索出如何实现热核聚变达到点火的要求,因为核聚变时对固态等离子体的靶球密度要比正常条件时高出 1000 倍左右。

(云中客 摘自 Physical Review Letters, 2 May 2003)

2003 年第 9 期《物理》内容预告

研究快讯

一种新的纳米结构——管状石墨铍(张广宇等);
 飞秒激光脉冲和液体等离子体相互作用产生的高能电子特性(李玉同等)。

评述

液晶界面物理效应研究及进展(关荣华等);

前沿进展

超短超强激光与液体的相互作用研究(于全芝等);
 飞秒激光诱导材料内部三维光功能微结构新进展(邱建荣);
 “一把尘埃出激光”——介绍一种新的无序激光器(宗泽);
 DNA 微阵列制备的新进展(彭英杰等)。

物理学和高新技术

光纤传感技术对工业发展的促进作用(廖延彪)
 加速器质谱法测量⁴¹Ca 及其应用研究(董克君等)。

实验技术

Z 衬度扫描透射电子显微术的前沿进展(束开俊等)。

讲座

核科学百年讲座第九讲 电离辐射与人类生活及环境(郭秋菊)。

物理学史和物理学家

中国黄土地上成长起来的物理学家——冯端院士(闵乃本);
 漫谈读书与治学(冯端);
 赫兹对经典电磁场理论发展的贡献及其影响(钱长炎等)。