

Sociality of Science

—A Review on Values in Secondary School Physics Courses of UK

Meng Tang

New Oriental Academy, Beijing
Email: tangmeng4@xdf.cn

Received: Mar. 14th, 2019; accepted: Apr. 3rd, 2019; published: Apr. 10th, 2019

Abstract

Secondary school physics courses are important for science education and popularization, which propose new requirement not only limited to knowledge and theory but also expanded to social values. This paper introduced the secondary school A Level curriculum in UK with research and analysis mainly on physics courses. The social problems and the reflective social values therein are summarized based on three perspectives: syllabus, textbook and past papers. It is aimed to provide reference and inspiration for the construction of secondary school physics courses in China in the new era.

Keywords

British Secondary School, A Level Physics, Sociality

科学的社会性

——浅谈英国高中物理课程中的价值观

唐 梦

新东方国际双语学校, 北京
Email: tangmeng4@xdf.cn

收稿日期: 2019年3月14日; 录用日期: 2019年4月3日; 发布日期: 2019年4月10日

摘 要

中学物理科目对科学教育和科学普及有着重要的意义, 其要求不再局限于知识和理论, 更拓展至社会价值。本文对英国高中A Level课程体系进行了介绍, 针对其物理学科进行了深入研究和分析, 从教学大纲、教材和考试真题三个角度出发, 总结其中的社会性问题和反映出的科学价值观, 为新时期我国中学物理

学科建设提供参考和启示。

关键词

英国高中, A Level物理, 社会性

Copyright © 2019 by author(s), New Oriental Education & Technology Group and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

2016年5月30日习近平总书记在“全国科技创新大会、两院院士大会、中国科协第九次全国代表大会上的讲话”中强调, 科技创新、科学普及是实现创新发展的两翼, 要把科学普及放在与科技创新同等重要的位置, 普及科学知识、弘扬科学精神、传播科学思想、倡导科学方法。中国科协积极响应, 号召全国青年科学家组成社会责任联盟, 致力于推进科学与社会的深度融合。物理科目作为科学领域最重要的基础课程, 在其中发挥着重要的作用。2018年高考物理考试大纲考核目标与要求中明确指出, “注意物理与科学技术、社会和经济发展的联系, 注意物理知识在生产、生活等方面的广泛应用”。物理学科的教授与考核不再局限于“知识与技能”、“过程与方法”, 更在于“情感态度与价值观”[1]。而近代科学的重要策源地英国, 在科学教育中如何发挥科学精神, 如何思考社会问题, 如何实现社会价值方面, 有很多值得我们学习的地方。本文力图通过研究英国高中物理的教学, 提供一些启示和建议。

2. 英国高中体系

2.1. 英国高中学制

英国中学9年级和10年级学习GCSE (General Certificate of Secondary Education)课程, 相当于国内的初中毕业文凭; 11年级和12年级升入A Level (Advanced Level)阶段, 相当于国内高中阶段[2]。这个两年制的高中课程体系, 提供了几十门科目共选择。其中有些科目与国内高中科目类同, 例如: 数学, 进阶数学(高数)、物理、化学、生物、地理、政治、历史、音乐以及信息技术; 另外一些科目国内高中目前并没有, 例如: 艺术、经济、戏剧、心理学、以及包括中文在内的各类语言。学生可以根据自己的爱好或特长以及高等院校的要求, 在这些科目中选择3~4门来完成, 得到最后的A Level成绩, 用于申请大学。

2.2. 评分等级和入学要求

每门考试总分各有不同, 最后都会以等级计算, 折算成100分制, 90分以上为A*, 80分以上为A, 70分以上为B, 之后以此类推还有C、D、E以及U(没有成绩)。以英国五大名校(G5 剑桥大学, 牛津大学, 帝国理工, 伦敦大学学院和伦敦政治经济学院)为例, 一般对于申请学生的A Level要求是3~4门全A甚至A*。而不同的专业对学科选择有明确的要求, 分为三个等级Essential (强烈要求)、Recommended (推荐选择)、Helpful (有用的)。大部分的理工科专业都强烈要求必修数学和物理。

2.3. 考试机构

英国高考也不是全国统考, 与国内的分省高考类似, A Level考试由7个不同的考试机构来提供。其

中,最大的两个为英国爱德思国家职业学历与学术考试机构(以下简称爱德思)和英国资格评估与认证联合会(以下简称 AQA),可以提供英国以及海外的 A Level 考试。而剑桥大学国际考评部(以下简称剑桥国际),仅在英国以外的地区提供 A Level 考试。目前在中国大陆地区开设的 A Level 国际课程中心都来自以上三个考试机构的授权。本文以这三个大型考试机构的 A Level 物理科目考纲、教材和历年考试真题为例,分析其中的社会性内容。

3. 教学大纲

与我国的高考大纲类似,英国 A Level 考试每个考试机构每个科目都会出一个官方的教学大纲(Syllabus),指明为何考、考什么、怎样考等基本问题,学校和教师就可以根据教学大纲来安排、组织和实施教学[3]。每隔几年教学大纲会有一些修改,主要根据学科发展和社会需求,调整侧重点。与我国高考大纲追求时效性不同的是,英国的教学大纲都是提前好几年就发布,例如剑桥国际 2019~2020 年的教学大纲在 2016 年 9 月就发布了,给予学校和教师充分的时间去理解和消化。这份大纲的最开始就提出了五点培养目标,如图 1。

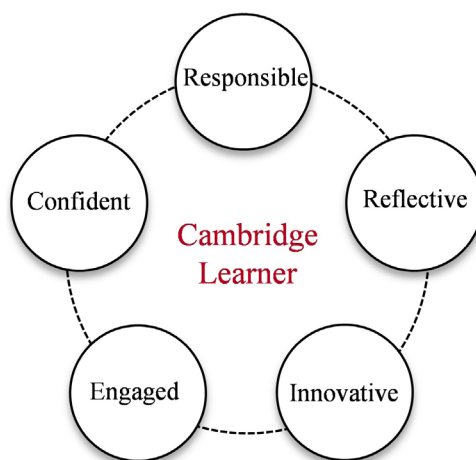


Figure 1. 2019-2020 Cambridge learner attributes

图 1. 2019~2020 年剑桥国际 A Level 考试[4]培养目标

- 自信(Confident): 有信心处理信息和想法——自己和他人的;
- 责任(Responsible): 对自己负责,对他人做出回应和尊重;
- 反思(Reflective): 学会反思,培养他们的学习能力;
- 创新(Innovative): 创新并准备好接受新的挑战;
- 参与(Engaged): 在智力层面和社会层面上做好准备,发挥作用。

无论学生是否会进入更高阶段的科学学习,课程都将致力于培养学生成为当前科技社会中的自信的市民,并具有尊重科学的精神。其他考试局考试大纲上也有类似的说明,在这里我们不一一赘述。基于这样一个大方向,科学教育的社会性在教材、教学要求,教学方案等都有所体现。

4. 教材

以全球最大的英语书籍出版商柯林斯(Collins)出版社的 A Level 物理教材[5] [6]为例,其中几乎每个章节的课中或者课后任务都会出现结合日常生活甚至是重大社会问题的讨论和探究,这些问题大致可以分为三个类别,层层递进,既培养了学生严谨的科学态度,又锻炼了学生使用科学手段自主的去寻求真理。

4.1. 相信科学

第一类是简单生活问题如表 1 所示, 不需要太深入的逻辑思维, 或者数学计算, 只是将科学与生活建立一种内在的连接, 可以称之为启智阶段。抽象的科学知识和理论具象化, 映射到日常生活中遇到的问题上去。达到的效果是培养初步的科学精神, 就是遇到问题, 会自主的寻求科学的帮助, 从科学的角度出发, 去思考问题, 并试图解决问题。而这些问题的解决又反过来强化了物理理论的实践基础, 能够更好的消化理论的内涵。最终能够在理解科学的基础上相信科学。

Table 1. Examples of daily life problems in Collins A Level physics textbook (book 1)

表 1. Collins A Level 物理上册(高二)教材中的生活化问题示例

章节	实例
1. 测量宇宙	① 冥王星半径、地球 - 月球距离、曼彻斯特到伦敦的距离 ② 电视信号的频率 ③ 计算泰坦尼克和勺子的尺寸比例
2. 原子内部	① 电影“以眼杀人”场景 ② 温布利球场大小 ③ 烟雾报警器的原理
3. 反物质和中微子	估算一个普通美国家庭一年需要消耗多少千克的核燃料
4. 标准模型	无
5. 波	① 我的车有一个显示速度表的液晶显示屏。如果我戴着我的宝丽来太阳镜, 并将我的头稍微放在一边, 显示器变黑, 我看不懂速度。我也注意到我可以在挡风玻璃上看到彩色图案。我是否需要寻求医疗建议或购买一副新太阳镜? ② 研究里氏震级的评定标准, 理解每个等级的破坏力
6. 衍射与干涉	① 利用智能手机 APP 中的发声器演示干涉效果 ② 眼镜的消除反光涂层原理
7. 折射与光纤	① 钻石的折射率是 2.42, 计算钻石的临界角, 并解释为什么切割后的钻石会呈现闪烁的效果? ② 研究 dB 的涵义, 并找出不同的数值范围与对应的声音等级 ③ 以光纤传输为背景研究数据传输比特率、像素、分辨率和图像效果 ④ 研究光纤在医学中的应用例如 MRI
8. 光谱、光子和波粒二象性	① 夜视仪的原理 ② 荧光灯的原理
9. 运动公式	① 根据卡迪夫和克里夫登的地图计算他们之间最短路径和位移、估算汽车启动时的加速度 ② 计算伦敦桥大厦顶上扔下一枚硬币需要多少时间着地
10. 平衡力	① 走钢丝运动中的平衡问题 ② 儿童蹦床的受力分析 ③ 帆船运动中的力矩问题 ④ 芭蕾舞表演垫脚尖的动作中脚各部位的受力分析 ⑤ 中耳在听声音的过程中骨骼各部位受力分析
11. 力和运动	① 汽车椅背为什么在后部撞击中尤其有用? ② 兰博基尼鬼怪车的加速度 ③ 高速公路的护栏为什么设计成遇撞变形而不是刚性的 ④ 电影中人中枪通常往后倒通过计算来估计实际结果 ⑤ 40 mph 的速度能撞死儿童而 20 mph 就不会计算其差别 ⑥ 分析躺骑车为什么高效
12. 材料力学	计算某钓鱼线最多能掉多重的鱼
13. 电学(上)	讨论 LED 与荧光灯的能耗
14. 电学(下)	① 小夜灯的原理 ② 温度报警系统 ③ 设计饼干桶打开报警系统

4.2. 反思科学

将科学的生活化和应用性充分的融入学习之后，更进一步的要求是反思科学。辩证的思考科学给社会、经济、道德、伦理等带来的全面影响，除了积极的方面，也不可避免的有消极的方面。这样的课后任务通常不是以寻求答案为导向，而是以思考问题本身这个过程为导向，通常以小论文的形式，有正方有反方进行自我辩论，最后也没有标准答案。例如在第三章反物质和中微子中的课后任务：

“烧钱？”

当科学家在研究物质的基本组成部分时，是为了知识而做的研究，而不是为了特定的应用。瑞士的CERN(欧洲核子组织)是许多基础研究的发源地，进行的是全世界最贵的研究。但是，我们需要这样的研究么？这些资金是否应该用于更直接有用的东西么？准备参加一个关于政府应该支持哪些研究的讨论。你想为欧洲核子研究中心的高昂加速项目提供资金吗？”

课后任务不仅提出了论文的题目和讨论内容，还从怎样开始讨论、组织讨论和结束讨论三个方面给出了详尽的指导。特别是最后怎样结束讨论，不仅需要总结讨论组的各个成员的观点和理由，还规定最后必须得出一个结论，这个结论的标准是：要么符合讨论组所有人的观点；要么符合讨论组大部分人的观点。这样，才能圆满的(round off)结束讨论。显然在这样一个任务里，学生在思考科学问题的同时还在思考经济问题；同时，科学问题还与民主意识相结合。这样，问题就更被赋予了丰富的层次和内涵。其他的反思问题还有例如科学与环境问题、科学与能源问题等等，可以说涉及社会生活的方方面面，有深度有广度。采用的背景介绍也与时俱进，基本是近几年媒体的热门话题，非常具有时效性，符合青少年追时髦赶潮流的特性，增强了趣味。

4.3. 输出科学

在相信科学而不迷信科学的基础上，学生就可以开始练习如何运用科学，不仅是科学技术方面，更是如何向社会输出科学。近几年来，随着互联网和智能手机的普及，谣言和伪科学可以说充斥着各种自媒体，带来的社会影响和危害及其严重；另一方面，科普和辟谣又是如此的举步维艰。究其原因，主要是自媒体数量众多，而科学工作者寡不敌众。青少年是很好的突破口，每个孩子背后都是一个家庭。同样在第三章反物质与中微子中有这样一个任务：

PET 扫描是怎样工作的？

在进行 PET 扫描之前，回旋加速器中产生放射性药物。将这些药物放入天然化学物质中，例如葡萄糖，水或氨作为“标记”。这就是所谓的放射性示踪剂。一旦放射性示踪剂进入体内，就会随着这些天然物质进入身体各部位。例如一种名为 uorodeoxyglucose (FDG)的放射性药物被放入葡萄糖内以制造放射性示踪剂。当进入体内时，它会进入使用葡萄糖获取能量的组织。PET 扫描通过检测正电子释放的能量来工作。正电子是微小的粒子，是由于放射性示踪剂在体内分解而产生的。随着正电子被分解，它们会产生伽马射线。扫描仪检测这些伽马射线，从而产生三维图像。图像可以通过分解放射性示踪剂的方式显示身体各部分的工作方式。不同水平的正电子在 PET 图像上显示为不同的颜色和亮度。身体的某些部分比其他部分更快地分解葡萄糖等天然化学物质。PET 扫描在检测癌症方面特别有用，因为大多数癌症比正常组织使用更多的葡萄糖。比较强烈的区域称为“热点”，显示较高的放射性示踪剂浓度。较不强烈的区域称为“冷点”，显示较小的放射性示踪剂浓度。放射科医师将查看 PET 扫描产生的图像，并将结果报告给医生。注：放射科医师是指在理解医学影像方面接受过培训的人。

以上是来自某医院患者网站的摘要，旨在解释 PET 扫描的用途以及工作原理。仔细并批判性的阅读，回答以下问题：

1) “正电子是微小的颗粒，随着放射性示踪物在体内被分解(原文 break down 也有破坏的意思)而产生。”解释为什么这会产生误导？

2) 正电子是基本粒子，但上文将它们描述为“分解”以产生伽马射线，实际上伽马射线是如何产生的？

3) 对于可能很少或根本没有物理知识的患者，准确而清楚地解释 PET 扫描非常重要。像“反物质”和“放射性”这样的术语可能令人担忧。写一段解释 PET 扫描的原理。准确同时试着安抚病人(你的书面沟通的质量也将计分)。

这个任务目的非常明确，旨在对公众做科普，尤其对科普的语言提出了高要求，不仅要求准确(第一问)，严谨(第二问)，更要求符合公众的理解层次(第三问)。有效的语言训练带给青少年的不仅是对科学知识的掌握，更对科学输出的灵活度和适用性有一定的理解。

5. 考试

在考纲和教材的指导下，A Level 物理考试真题也体现了其社会性的各个层次。以第一大考试局 Edexcel 的物理考试真题为例，首先考试按内容分为 6 份卷子，如表 2 所示，分别为卷 1~6，其中卷 3 和卷 6 是实验考试，重点考察实验理论、装置、步骤、数据分析等，卷 1~2 卷 4~5 为理论考试，分选择题和简答题两种形式；其次考试按年级分高二考卷 1~3，高三考卷 4~6。卷 1 (Physics on the go)以运动学和力学为主，卷 2 (Physics on the work)以声光电量子物理为主，侧重不同形式能量之间的转化，卷 3 (Exploring Physics)以基础测量为主，卷 4 (Physics on the move)以电场磁场重力场中的运动为主，卷 5 (Physics from creation to collapse)以宇宙和粒子基本原理为主，卷 6 (Experimental physics)以综合实验为主。考卷分为 GCE 即英国国内版，和 IAL 即国际版，内容和形式都很类似没有太大的区别。

Table 2. Modules of Edexcel A Level physics examination

表 2. Edexcel A Level 物理考试试卷构成

卷号	名称	内容	性质	年级
U1	Physics on the go	运动学和牛顿力学	理论	
U2	Physics on the work	能量转化包括声光电量子各种形式	理论	AS 高二
U3	Exploring Physics	基础测量	实验	
U4	Physics on the move	电、磁、重力场中的运动，动量等	理论	
U5	Physics from creation to collapse	宇宙和粒子	理论	AL 高三
U6	Experimental physics	综合实验设计	实验	

5.1. 照片和示意图

在这些考卷的题目中出现了大量的场景照片(如图 2)和极具现实细节的示意图(如图 3)。特别是 U1 的考卷，这一部分的考试内容比较贴日常体验，又是学生参加的第一场物理考试，逻辑推理层面的要求相对较低。统计数据显示约 30% (如图 4)的题目都不同程度的配有此类照片或示意图。其目的也很明确：物理考试一个重要的考核点就是对社会表象建立抽象模型，然后才是物理知识的运用和计算求解。这也契合我们在中高考中关注的核心素养导向，拆除传统习题“抽象”和“理想化”的框架，将生活元素融入习题情境，链接物理观念[7]。

5.2. 背景描述

除了使用照片和示意图来视觉上增强物理问题的生活化，大部分的简答题还都带有详细的现实背景

描述。表 3 列举了 2017 年 A Level 物理考试夏季国际考卷 U2 中出现的简答题背景。8 道简答题中除了受力分析及牛顿力学这道题是纯模型以外，其余各题均有具象的现实背景描述。这就要求理解生活的语言，将其翻译成物理模型。除此以外，有些考试题目中还要求解释、描述、陈述等，甚至明确会对学生的书面沟通计分(The quality of your written communication will be assessed in your answer)。这就将考试的难度从理解层面提高到了应用层面，对学生学以致用，回馈社会起到一个很好的示范作用。

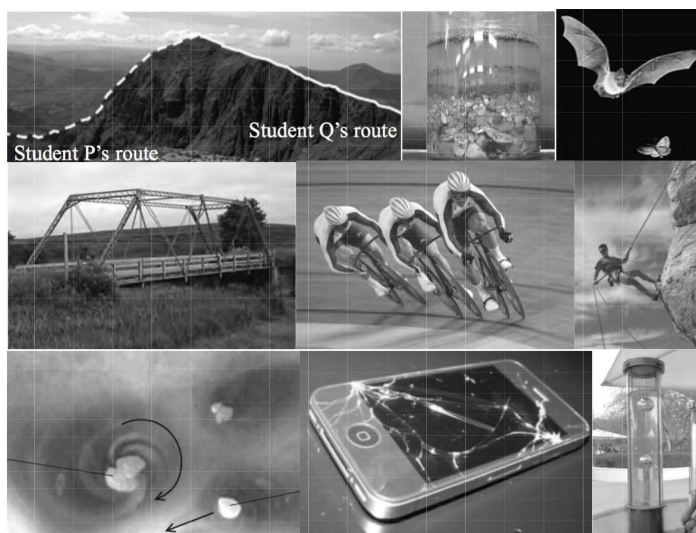


Figure 2. Illustrations of physics examination during 2009-2017 (May/June) from Edexcel-photo examples

图 2. Edexcel 考试局 2009~2017 物理考试(夏卷)真题配图 - 照片示例[8]

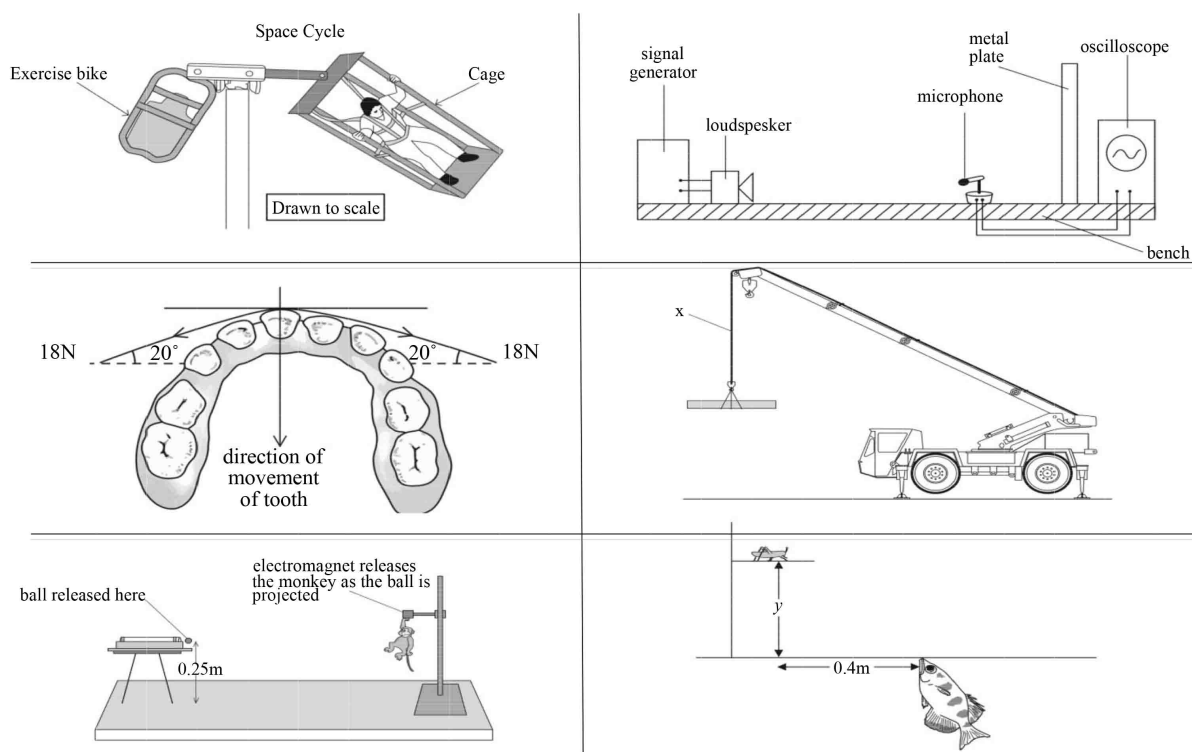


Figure 3. Illustrations of physics examination during 2009-2017 (May/June) from Edexcel-diagram examples

图 3. Edexcel 考试局 2009~2017 物理考试(夏卷)真题配图 - 示意图示例[8]

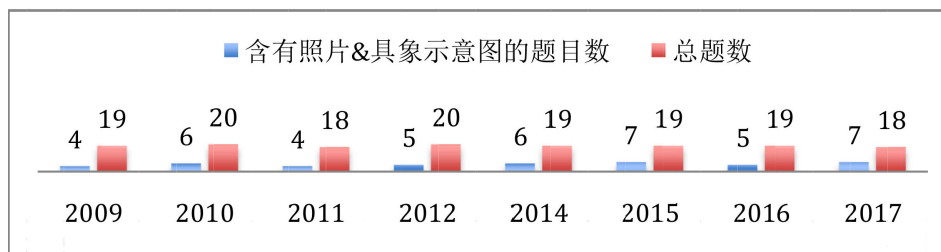


Figure 4. Numbers of questions including photos or diagrams (blue) over total numbers of questions (red) in physics examination module 1 during 2009-2017 (May/June) from Edexcel (2013 is not included for it is a sample paper)

图 4. Edexcel 考试局 2009~2017 物理考试(夏卷) U1 真题照片和具象示意图占比(2013 年为样卷未统计)

Table 3. Analysis of short answer questions in 2017 Edexcel international A Level physics examination module 2

表 3. 2017 年 Edexcel 物理 A Level (国际)考试 U2 简答题分析

题号	背景	考点
11	动脉中血液流动速度取决于血液的粘度, 体温降低, 心脏负担加重, 从粘度的角度解释原因	粘度
12	投石机的原理与结构	胡克定律、力的分解与合成、牛顿第二定律
13	电子秤读数	磁场、力的平衡
14	交通测速仪影响分析	匀加速运动、测量误差
15	油中球下落的过程分析, 设计装置、包括传感器和计数器	浮力、粘度、受力平衡、终速度
16	无	受力分析、牛顿第二定律
17	自行车机构中的铝合金中空管的制造过程	杨氏模量
18	记录跳蚤起跳过程的录像 跳蚤腿肌肉结构 跳蚤腿部肌肉垫片节肢弹性蛋白的材料特性	动量、运动学 压强 杨氏模量

6. 结束语

通过对比英国高中 A Level 物理课程的教学大纲、教材和考试, 我们清楚的看到科学与社会的结合和融合。而其内在的意义也很明确, 学生需要的是植根于社会的科学知识, 学生得到的将是服务于社会的科学能力。这也是符合我们建设社会主义的需求, 对我国基础教育有一定的启示作用, 不仅有利于培养面向社会的中学生, 更有利于发挥中学生在科学普及中的积极作用。

致 谢

感谢新东方留学考试研究院提供原版教材。

参考文献

- [1] 教育部考试中心. 2018 年全国高考物理考试大纲[EB/OL]. <http://www.neea.edu.cn/html/report/1712/8570-1.htm>, 2017-12-15.
- [2] 赵保钢. 英国 GCE 物理课程科学探究能力评价的特点[J]. 课程教材教法, 2005, 25(9): 93-96.
- [3] 黄红波. 浅谈考试说明在物理教学中的作用[J]. 物理教师, 2018, 39(1): 82-85.
- [4] Cambridge International Examinations (2016) Syllabus Cambridge International AS & A Level Physics 9702. <https://www.cambridgeinternational.org/programmes-and-qualifications/cambridge-international-as-and-a-level-physics-9702/>
- [5] Kelly, D. (2015) Physics AQA A-level Year 1 and AS Student Book. Collins, New York.
- [6] Pharaoh, L., Bishop, C. and Gidzewicz, C. (2016) Physics AQA A-Level Year 2 Student Book. Collins, New York.

-
- [7] 徐卫华. 命题如烹小鲜——借助命题促进核心素养落地例析[J]. 物理教师, 2018, 39(9): 22-24.
- [8] Edexcel Person Education (2018) Past Papers.
<https://qualifications.pearson.com/en/qualifications/edexcel-a-levels/physics-2015.coursematerials.html#filterQuery=category:Pearson-UK:Category%2FExam-materials>

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2643-5489, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: oetpr@hanspub.org