

英国 GCE 物理课程 科学探究能力评价的特点

赵保钢

(西南师范大学 物理学院, 重庆 400715)

摘要:科学探究能力是 GCE 物理课程的一个重要的考查与评价目标, 在 GCE 物理课程考试中, 与科学探究相关的内容占分数大约为整个考试分数的 20%; 重视在真实的物理问题情景中考查学生的科学探究能力, 运用科学概念、规律进行交流的能力; 评价方法形式多样, 实验器材简单、易行。

关键词:科学探究; 评价; GCE 物理课程; 英国

中图分类号:G633.7 **文献标识码:**C **文章编号:**1000-0186(2005)09-0093-04

一、前言

许多国家颁布的科学或物理课程标准都将培养学生的科学探究能力作为基础教育课程改革的一个重要目标, 例如美国、英国等国家的课程标准。^[1,2] 本文力图对英国普通教育证书 (GCE) 物理课程考试中有关科学探究能力的考查和评价的特点进行一些探讨。

英国基础教育的学制与我国不太相同。英国对 5—16 岁的学生实施 11 年义务教育, 其中 5—11 岁为 6 年的小学阶段, 11—16 岁为 5 年的中学阶段。义务教育结束, 学生将参加国家规定的“普通中等教育证书 (GCSE)”考试, 考试合格者获得“普通中等教育证书”。此后, 学生可根据自己的情况, 选择继续进入“第六学级 (sixth form)”深造, 以备进入大学学习。“第六学级”大致相当于我国的普通高中, 但不完全相同, 它在一定程度上具有大学预科的性质。“第六学级”的学制为两年, 在这两年期间, 学生可以参加国家规

定的“普通教育证书 (GCE)”考试, 以获得毕业证书。^[3] “普通教育证书 (GCE)”的考试成绩是大学选择学生的重要依据。因此, 深入研究英国的 GCE 考试, 对我国高中毕业考试以及高等学校入学考试都具有实际意义和借鉴、参考的价值。

GCE 课程是按模块建构的。GCE 物理课程根据其模块设计的不同, 存在“NEAB”和“AEB”两种不同的教学大纲。依据不同的教学大纲, GCE 物理考试分为根据“NEAB”大纲设计的 GCE 物理 A 考试和根据“AEB”大纲设计的 GCE 物理 B 考试两种。^[4,5] 无论执行的是“NEAB”大纲物理 A 还是执行的是“AEB”大纲物理 B, 整个 GCE 物理考试均分为高级辅助 (advanced subsidiary, 也称为 AS) 考试和第二考试 (a second examination, 又称为 A2) 两部分, 这两部分考试加起来, 即组成为高级水平 (advanced level, 又称为 A level) 考试成绩。如果考生的 AS 考试合格, 又希望获得 A level 考试成绩, 则可选择 A2。如果不再参加 A2 考试, 则只获得 AS 考试成绩。为了升学或求职,

收稿日期: 2005-03-15

作者简介: 赵保钢 (1960—), 贵州人, 西南师范大学物理学院副教授, 硕士研究生导师, 国家物理课程标准研制组核心成员。

学生可根据不同学校、不同专业的要求,或者拟就职的单位的的要求,选择 GCE 的考试科目。

二、GCE 物理考试的目标维度与要求

GCE 物理考试分为若干独立的考试单元,其中,AS 和 A2 考试均各含 3 个考试单元。考

试的目标则分为“知识的理解 (AO1)”“知识的运用,理解力、综合和评估 (AO2)”“实验和探究 (AO3)”以及“知识,理解力和技能的综合 (AO4)”共 4 个。表 1 为 GCE 物理单元考试的目标维度与要求。

表 1 GCE (物理) 各单元考试的目标与要求

目 标	要 求
知识的理解 (AO1)	a. 表现出对特定物理事实、术语、原则、关系、概念以及实际技术的理解。 b. 理解物理学与伦理、社会、经济、环境以及科技的联系。 c. 清晰,有逻辑地选择、组织和呈现有关信息,适当之处使用专业词。
知识的运用,理解力,综合和评估 (AO2)	a. 运用物理学原则和概念描述、解释或者说明现象和结果,清晰、有逻辑地呈现争论和思想,适当之处使用专业词汇。 b. 解释,或者从一种形式到另外一种形式翻译采用语言或者图表呈现的数据。 c. 进行相应的计算。
实验和探究 (AO3)	a. 设计并且计划实验的活动,选择适当的技术。 b. 展示安全与巧妙的实用技术。 c. 以适当的精度观察和测量,并系统地将其记录下来。 d. 解释、评估实验活动的结果,运用物理学知识和理解力,适当的形式(如文字、图形、表格)以及适当的专业词汇清晰、有逻辑地交流。
知识,理解力和技能的综合 (AO4)	a. 在特定情景中,综合运用不同模块的物理学原理和概念,清晰而有逻辑地表达思想,并在适当时候运用专业词汇。 b. 在不同主题综合的情景中使用物理学的技术。

从近几年出版的 GCE 考试说明以及近几年的考试试卷可以看出,科学探究已经成为 GCE 物理考试的一项重要的目标。表 2 为 GCE 物理 A 考试中不同评价目标在各考试单元中所占比例,表 3 为 GCE 物理 B 考试中不同评价目标在各考试单元中所占比例。

表 2 GCE 物理 A 考试中不同评价目标在各考试单元中所占比例

评价目标	在单元中所占比例 (%)						总比例 (%)
	AS			A2			
	1	2	3	4	5	6	
知识的理解(AO1)	10	9	8	7	5	0	39
运用知识,理解力,综合和评估(AO2)	5	6	4.5	8	5	0	28.5
实验和探究(AO3)	0	0	7.5	0	5	0	12.5
知识,理解力和技能的综合(AO4)	0	0	0	0	0	20	20
总比例 (%)	15	15	20	15	15	20	100

从表 2、表 3 可以看出,GCE 物理考试均设有独立的单元考查学生的实验和探究能力,其中物理 A 在 3 单元和 5 单元,物理 B 在 3 单元和 6 单元。在物理 A、物理 B 中,实验和探究评价

目标分别占整个评价目标的 12.5%和 20%。

表 3 GCE 物理 B 考试中不同评价目标在各考试单元中所占比例

评价目标	在单元中所占比例 (%)						总比例 (%)
	1	2	3	4	5	6	
知识的理解 (AO1)	10	10	2.5	8	2.5	0	33
运用知识,理解力,综合和评估(AO2)	7.5	7.5	2.5	7	2.5	0	27
实验和探究(AO3)	0	0	10	0	0	10	20
知识,理解力和技能的综合(AO4)	0	0	0	0	15	5	20
总比例 (%)	17.5	17.5	15	15	20	15	100

从近几年 GCE 物理考试的实践来看,实验和探究在整个考试评价目标中所占的比例比其考试说明中所列出的要高。例如,在 2002 年 1 月进行的 GCE 物理 B 的 AS 考试中,其第 1 单元、第 2 单元试卷均含有与设计实验方案有关的考试内容,而在其目标的单元结构中,第 1 单元、第 2 单元并不包含实验和探究这个维度的评价目标。

三、实验与探究能力评价的模式

在 GCE 物理 A 与 GCE 物理 B 中, 实验与探究能力的评价采用的模式不相同。GCE 物理 A 的第 3 单元和第 5 单元为“实验与探究”目标的评价单元。这两个单元的结构相同。每个单元分为三部分, 其中第一部分为全体考生必做的、简短的建构型问题。第二部分为课程作业 (coursework), 课程作业由考试中心提出包含实验设计、实施、分析证据和得出结论、评估程序和证据等科学探究要素的评价标准, 考生在教学过程中完成, 教师评分, 考试中心复核。第三部分为实践考试 (practical examination), 考生可根据自己的情况, 在课程作业和实践考试中任选其一。但考生在 A2 中第五单元的选择则不能与其在 AS 中的选择相同, 必须选择另外一种。

近些年来, GCE 物理 A 实践考试采用的模式均相同, 包含两个问题, 问题 1 为探究方案设计, 问题 2 为实验探究。实验与探究能力评价的设计框架见表 4。

表 4 GCE 物理 A 实验与探究能力评价的设计框架

问题	考查形式	评价目标	分数(总分:30分)
1	实验设计, 纸笔测验, 无实践操作	实验设计	8
2	一个必做实验, 无选择性项目	实施	8
		分析	8
		评估	6

其中, 问题 1 为一道考试时间为 30 分钟的实验设计题。要求考生就一个给定的物理问题情景, 设计一个实验探究方案。设计要求通常包含: 变量的测量、预期的结果、可能遇到的困难以及解决的方案, 等等。问题 2 为实验探究题, 考生根据问题中给出的具体要求进行实验。其要求通常包括: 进行测量; 调整实验装置, 以便在不同的实验条件下重复进行实验; 制作图表; 评估与解释实验过程; 等等。

GCE 物理 B 实验和探究能力的评价模式与 GCE 物理 A 不同, 其主要差别在于 GCE 物理 B 没有设置课程作业, 即 GCE 物理 B 的实验和探究能力评价仅为实践考试。

物理 B 的第 3 单元考试与物理 A 不同, 为外部设置和评分、必做的实验考试。该单元包含三道必做题, 用以评价考生的实验和探究技能, 以及运用物理知识解决实际问题的能力。

GCE 物理 B 实践考试采用的模式均相同, 包含三个问题。就 AS 考试而言, 问题 1 为一道考试时间为 30 分钟的实验设计题, 目的为评价考生的实验设计能力。考试时, 将会给考生一些简单的实验装置, 首先要求考生按照一定的要求完成一些测量任务, 然后建议考生设计一个实验方案探究提出的问题, 并说明其使用的仪器和测量是否恰当, 但并不要求考生实施其设计的实验探究方案。问题 2 为一道 30 分钟的实验题。目的是评价考生进行测量、评估实验方法和实验数据的能力。考试时, 考生将根据给定的方法获取部分数据, 并对数据进行处理, 评估误差和使用的实验方法, 提出改进建议。问题 3 为一道 1 小时的实验题。目的是评价考生获得并分析数据的能力。在这道问题中, 考生将采用给定的方法, 进行大量的测量, 必要时采用重复测量取平均值。考生还需要使用图表分析数据, 解释数据是否支持其探究的问题或者关系。

四、科学探究能力考试题目的形式与特点

(一) 探究问题大多为生活常见的物理问题情景

科学探究能力的考查, 需要在学生没有遇到的新的物理问题情景下进行。近几年 GCE 物理考试的试题的设计在与学生生活实践相结合方面做了不少有益的探索, 提供了不少好的设计思路和样例。如 2003 年 1 月的 GCE 物理 A 考试第 3 单元第一题, 要求学生就生活中常见的斯诺克台球桌边高度的设计提出一个探究方案, 使台球与桌边碰撞时损失的能量最小。

(二) 实验器材简单、易行

实验器材简单是大规模实验考试的一个前提。近几年 GCE 物理考试的实验与探究能力考查的设计, 其所需要的实验器材都比较简单、易行。例如, 2002 年 1 月进行的 GCE 物理 B 第 3 单元探究小球在凹型球面振动周期问题, 使用的器材为一个小钢球、一个凹形表盖玻璃面和一只停表。2002 年 5 月进行的 GCE 物理 B 第 3 单元

探究弹簧振动过程中的能量转化与守恒问题,使用的器材为一个小弹簧和一根有底座、带刻度的木棍。

(三) 精心设计实验与探究过程,采用多种手段确保实验顺利进行

探究性实验通常会在实验过程中出现这样或者那样的问题,导致实验难以进行,为客观、全面评价学生科学探究能力带来困难。GCE 物理考试采取轮转式实验的方式进行,为此考试机构采取了多种手段,确保实验顺利进行。如,实验考试数周之前即通知考试中心考试所需要的器材;配备一定数量的备用器材;制定严格的考试流程,为考生轮换实验留下相应的时间;学生遇到问题导致实验中途不能进行时,允许监考人员给予必要的帮助,使实验能继续进行下去,以便继续考查考生的其他实验与探究技能,但所提供帮助必须记录在案,而在实验的数据处理和分析环节则不能提供任何帮助。

(四) 注重问题之间的内在逻辑联系

实验与探究能力的考查,通常都采用“开放—建构”型问题。在一个共同的大背景下,按一定的逻辑关系设置若干小问题要求解答。这是 GCE 物理考试常用的一种题型,也是考查考生收集信息、设计实验、运用科学概念和规律分析问题、进行交流、评估实验过程和实验结果等科学探究能力常用的一种方法。试题通常以一个物理问题为起点,通过一个又一个有待解决的问题串,形成既有限定、又有一定开放性的物理问题情景,以便考生能比较充分地展示其收集信息、设计实验、评估实验过程和实验结果等科学探究的能力。

(五) 重视考查运用科学概念、规律的能力和规范的科学交流能力

GCE 物理考试十分重视考查考生的科学交流能力,不仅重视考生运用图表描述物理问题的科学与规范,而且重视考生的评价规范、流畅的语言交流能力。部分问题的解答不仅需要相当数量的文字描述,而且对行文的质量也提出了要求并赋予一定的分数。

五、启示

培养中学生乐于探究的精神和培养一定的科学探究能力,这是近年来我国基础教育课程改革的一个重要课题。2001 年教育部颁布了《全日制义务教育物理课程标准(实验稿)》,提出“科学探究既是学生的学习目标,又是重要的教学方法之一”。并把对于学生科学探究能力的要求纳入了内容标准。2003 年教育部颁布了《普通高中物理课程标准(实验稿)》,同样将对于科学探究能力的要求纳入了内容标准。随着基础教育改革逐步推进,如何考查与评价中学生的科学探究能力已成为了我国基础教育课程改革关注的一个重要问题。近年来,我国部分地区初中毕业、升学考试在考查和评价科学探究能力方面已经做了一些尝试,但这种尝试只是初步的,仍有不少问题,如笔试与实验操作相结合、终结性评价与过程性评价相结合等问题仍待进一步探讨。英国的 GCE 物理考试在学生科学实验和探究能力的评价方面所开展的工作,对我国基础教育改革面临的评价改革无疑具有一定的借鉴与参考作用。

参考文献:

- [1] National Research Council. *National Science Education Standards*. [M]. Washington, P. C. National Academy Press, 1996.
- [2] Department for Education and Employment. *The National Curriculum for England: Science*. www.nc.uk.net, 1999.
- [3] 吕达. 英国义务教育阶段考试制度的改革 [A]. 江山野. 英国学校课程 [C]. 石家庄: 河北教育出版社, 2001. 151—168.
- [4] A Q A. *General Certificate of Education, Physics 2005 Specification A*. Leeds, Assessment and Qualifications Alliance, 2003.
- [5] A Q A. *General Certificate of Education, Physics 2005 Specification B*. Leeds, Assessment and Qualifications Alliance, 2003.

(责任编辑: 钮 瑛)

The Characteristics of the Assessment on Scientific Inquiry Ability in GCE Physics in England