

物理学科能力表现视域下高考试卷的比较分析

——以2018年高考全国新课标Ⅰ和江苏卷为例

姜楠 袁海泉

(苏州大学物理科学与技术学院 江苏 苏州 215006)

(收稿日期:2019-06-12)

摘要:在新课改背景下,高考物理试题应强调对学生物理学科能力的考查,以物理学科能力表现框架作为理论基础,选取具有代表性的高考物理全国卷和江苏卷为例,分析比较二者在考查能力维度、能力表现水平两个方面的异同.结果表明,在能力维度上两份试卷均注重对应用实践能力的考查,对学习理解能力的考查略显不足,对迁移创新能力的考查都进行了初步探索,江苏卷更注重对学生深层次能力维度的考查;在能力表现水平上两份试卷都契合了学生的现有发展水平,而江苏卷对学生的能力要求更高.

关键词:物理学科能力表现 高考试卷 比较分析

高考试题的研究一直是基础教育研究的热点,而高考物理试卷作为理科试卷的重要组成部分,每年的研究层出不穷.现有关于高考物理试卷的研究主要分为:试题赏析类、问题争鸣类、复习建议类、反思教学类、命题分析类、对比分析类等^[1].可见,目前对高考物理试卷研究多倾向于知识点的研究.而在新课改的背景下,高考物理试题不仅仅要以知识立意为导向,还应以能力立意为导向,强调对学生物理学科能力的考查.本文基于物理学科能力表现框架,选取了具有代表性的2018年高考全国物理卷Ⅰ和2018年高考江苏物理卷,尝试对两份试卷考查的物理学科能力进行比较分析,以期探索基于核心素养的物理教学提供参考和依据.

1 物理学科能力表现的整体架构

物理学科能力是指学生顺利进行物理学科的认识活动和问题解决活动所必需的、稳定的心理调节机制.其内涵是系统化、结构化的物理学科知识技能及核心活动经验图式(稳定的学科经验结构)对学习行为的定向调节和执行调节.从物理学科核心素

养的角度来说,物理学科能力是学生的物理观念、科学思维、探究能力和创新精神的统一体^[2].

郭玉英老师系统梳理了国内外关于物理学科能力表现的相关研究,并结合物理学科特色,提出了物理学科能力表现的理论框架,如图1所示.

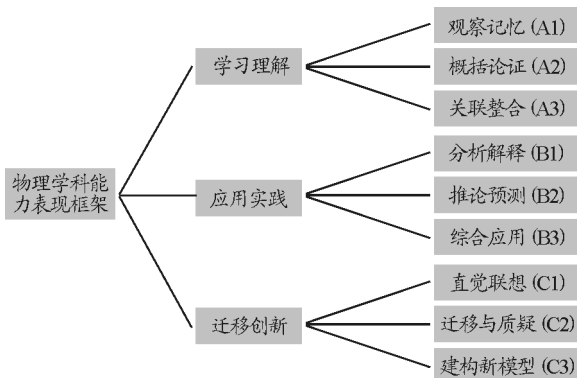


图1 物理学科能力表现的理论框架

首先,物理学科能力表现框架由3个能力维度构成,即学习理解能力、应用实践能力、迁移创新能力.每个维度下又划分为3个一级指标,因此共有9个一级指标^[2].随后,郭玉英老师团队采用书签法结合项目反应理论拟合出的实测指标和专家的经验判

作者简介:姜楠(1987-),女,在读硕士研究生,研究方向为中学物理教学.

指导教师:袁海泉(1962-),男,副教授,研究方向为物理课程与教学论.

断,将物理学科能力的表现水平分成了7个层级.这 阶脉络,如表1所示.

7个水平层次初步描述了学生物理学能力发展的进

表1 物理学科能力表现的水平划分

水平等级	水平描述
水平1	知道一些与生活联系密切的物理概念;能提取简单情境中的直接信息,与相关的物理概念直接对应
水平2	知道一些基础的物理概念和规律;能将物理概念和规律与熟悉情境建立联系;能对常见的物理现象进行简单解释
水平3	了解重要的物理模型、概念和规律;能基于对这些物理概念和规律的认识,初步描述和分析常见的物理现象,解决熟悉情境中的问题
水平4	能说明重要的物理模型、概念和规律的内涵、适用范围和条件;能在较熟悉情境中应用物理概念和规律进行分析和推理,解释物理现象,进行推论预测;具有质疑和创新的意识
水平5	能说明重要的物理模型、概念和规律的内涵、适用范围、条件及其相互联系;在较复杂情境中基于分析和推理进行合理解释或预测;能尝试将所学知识用于陌生情境,做出初步的估计判断,能使用证据质疑已有结论
水平6	能关联整合物理模型、概念和规律;能通过对综合性物理问题进行分析和推理,获得结论并加以解释或推论;能将已学知识和方法迁移应用到陌生情境解决问题,能使用证据质疑和评估已有结论
水平7	能综合应用物质观念、运动观念、相互作用观念和能量观念,经历系统的科学推理,解释自然现象;能在陌生情境中建构恰当的物理模型,解决实际问题或创意设计,综合使用理论和事实证据质疑和评估已有结论

2 基于物理学科能力表现框架之高考试卷的比较分析

2018年高考新课标I理科综合试卷在全国共有10个省份的考生使用,具有广泛的代表性.而江苏省作为教育强省,高考命题工作在历经探索与发展后,命题质量和水平显著提升,试卷强调创新和知识迁移,形成独特的苏派风格,在全国范围内都具有风向标的作用^[1].因此,笔者在这里以2018年高考物理全国卷I和江苏卷为例,分析比较二者在考查能力维度、能力表现水平两个方面的异同.

2.1 试题分析实例

根据上述物理学科能力表现的理论框架,以两份试卷中具有代表性的题目为例,说明对物理学科能力表现维度和表现水平划分的方法.

【例1】如图2所示,在 $y > 0$ 的区域存在方向沿 y 轴负方向的匀强电场,场强大小为 E ;在 $y < 0$ 的

区域存在方向垂直于 xOy 平面向外的匀强磁场.一个氕核 ${}^1_1\text{H}$ 和一个氘核 ${}^2_1\text{H}$ 先后从 y 轴上 $y=h$ 点以相同的动能射出,速度方向沿 x 轴正方向.已知 ${}^1_1\text{H}$ 进入磁场时,速度方向与 x 轴正方向的夹角为 60° ,并从坐标原点 O 处第一次射出磁场. ${}^1_1\text{H}$ 的质量为 m ,电荷量为 q .不计重力.求

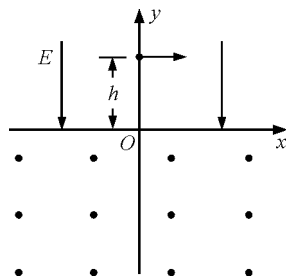


图2 例1题图

- (1) ${}^1_1\text{H}$ 第一次进入磁场的位置到原点 O 的距离;
- (2) 磁场的磁感应强度大小;
- (3) ${}^1_1\text{H}$ 第一次离开磁场的位置到原点 O 的距

离。(本题选自高考全国卷第25题)

2.1.1 厘清题意 明确已知条件和求解问题

这是一道电磁场综合类题目,依据题意可知:能量相等的氘核和氦核在电场力的作用下,做类平抛运动并以某一入射角度进入磁场,之后在洛伦兹力的作用下做圆周运动.由于磁场的有界性,二者将在偏转一定角度后从磁场飞出,求解两种粒子在进入磁场和飞出磁场时的位置坐标及磁感应强度的大小.题目中已知两种粒子做类平抛运动的竖直位移和氦核进入磁场时的角度信息和出射时的位置信息,以及带电荷量、质量等一些基本信息.

2.1.2 剖析题目 关注考查的能力维度

以(2)为例,求解磁感应强度的大小.涉及了氦核在电场中的类平抛运动以及在磁场中的圆周运动两段过程,需要根据氦核进入磁场时的角度和出射时的位置确定粒子做圆周运动的半径,进而利用洛伦兹力充当向心力求出磁感应强度.这是一个多过程的情

境,考察的是学生应用圆周运动的规律、带电粒子在磁场中偏转的相关规律,解决复杂情境中问题的能力,因此应归为应用实践中的综合应用(B3)维度.

2.1.3 慎重划定 确定考查的能力水平

为了提高统计的可靠性,降低主观因素的影响,本次统计采用两组独立评判的方法,对于评判结果存在不一致的题目,请学科专家进行判定.本题在对(2)的求解中,需要学生具备将平抛运动和匀速圆周运动这两个重要物理模型迁移至新的情境中解决综合性问题的能力水平,因此应归为水平6.

2.2 统计数据

需要说明的是,在试题选择范围上本次分析针对两份试卷中的必考题部分进行;对于一道题目有多个小题的情况,进行逐题分析;对于能力表现水平以题目所需的最高水平为准.下文分别列出了针对高考全国卷和高考江苏卷的统计数据,详见表2和表3.

表2 2018年高考全国物理卷统计数据

题号	题型	知识点	能力维度	能力表现水平
14	单选	匀变速直线运动、动能	A2	2
15	单选	胡克定律、受力分析	B2	3
16	单选	库仑定律、力的合成	B2	4
17	单选	电磁感应定律	B3	5
18	单选	动能定理	B2	4
19	多选	楞次定律	B3	5
20	多选	万有引力定律、匀速圆周运动	C2	5
21	多选	电场力做功、电势能、动能定理	B3	4
22	实验	胡克定律	B1	2
23(1)	实验	变阻器接法	A1	1
23(2)	实验	数据描点	A1	1
23(3)	实验	利用曲线求阻值	B1	2
23(4)	实验	利用曲线求温度	B1	2
24(1)	计算	匀变速直线运动规律	B2	3
24(2)	计算	动量守恒、机械能守恒	B3	4
25(1)	计算	类平抛运动	B3	4
25(2)	计算	圆周运动、带电粒子在磁场中运动	B3	6
25(3)	计算	类平抛运动、圆周运动、带电粒子在磁场中运动	B3	6

表3 2018年高考江苏物理卷统计数据

题号	题型	知识点	能力维度	能力表现水平
1	单选	圆周运动规律	B2	3
2	单选	高压输电	B1	3
3	单选	平抛运动规律	B2	3
4	单选	机械能守恒	A2	4
5	单选	电场强度	B3	5
6	多选	圆周运动规律	B1	2
7	多选	胡克定律、牛顿第二定律、动能定理	B3	5
8	多选	电容器充放电	B3	5
9	多选	电磁感应定律	B3	6
10(1)	实验	测电源电动势和内阻电路图	A1	1
10(2)	实验	数据处理	B2	3
10(3)	实验	测量方法改进	B3	4
11(1)	实验	误差概念	A1	1
11(2)	实验	特殊法测重力加速度	B2	3
11(3)	实验	平衡误差方法	C2	5
11(4)	实验	特殊法测重力加速度	C7	7
13(1)	计算	匀变速直线运动	B2	3
13(2)	计算	牛顿第二定律、安培力	B3	4
13(3)	计算	电磁感应定律	B3	4
14(1)	计算	力的合成	B2	4
14(2)	计算	系统机械能守恒	B3	5
14(3)	计算	机械能守恒、牛顿第二定律	B3	5
15(1)	计算	带电粒子在磁场中的运动	B2	4
15(2)	计算	带电粒子在磁场中的运动	B3	5
15(3)	计算	带电粒子在磁场中的运动	B3	6

2.3 统计结果分析

由于全国卷中必做题共计18题,而江苏卷必做题共计25题,因此在这里以各自试卷中试题考查的能力维度和能力表现水平占题目总数的百分比进行比较分析.图3为两份试卷中考查能力维度对比.

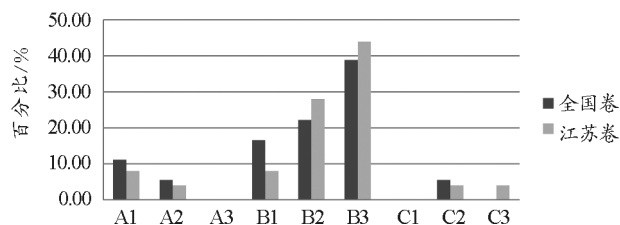


图3 试卷考查能力维度对比

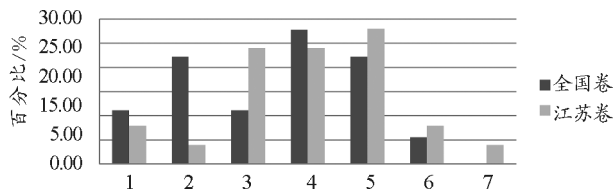


图4 试卷考查能力表现水平对比

3 结论与思考

3.1 试卷考查的能力维度结论

(1) 对学习理解能力考查不足

在学习理解维度上,两份试卷都只有3次考查,考查频率较低.从一级指标来看,观察记忆(A1)考查2次,概括论证(A2)考查1次,而关联整合(A3)均未有考察,两份试卷一致.可见,两份高考试卷对于学生

图4为二者考查能力表现水平对比.

学习理解能力的关注不足,特别是关联整合能力,均未见考察.究其原因,可能是因为关联整合强调的是学生基于对于概念间关系的认识构建学科的知识体系,而在实际考题中难以呈现.因此,教师在教学中对这一能力的训练普遍不足,这也可以解释为什么学生的知识呈现碎片化、零散化,缺乏系统性的原因.而在新课改的背景下,物理学科强调对学生核心素养的培养,物理教学应促进学生物理大概念的形成,因此笔者认为高考试卷作为教师教学和学生备考的指挥棒,应注重探索考查学生关联整合能力的命题方向.

(2) 注重应用实践能力的考查

在应用实践维度上,全国卷共有14次考查,占试题总数的77.8%;而江苏卷有20次考查,占试题总数的80%.可见,两份试卷都非常注重对学生应用实践能力的考查.从一级指标来看,除在分析解释(B1)指标中全国卷高于江苏卷外,在推论预测(B2)和综合应用(B3)指标中全国卷均低于江苏卷.可见即使都注重应用能力,但两套试卷也各有侧重,江苏卷更注重对学生深层次应用实践能力的考查.

(3) 初步探索迁移创新能力的考查

在迁移创新维度上,两份试卷都进行了初步探索,其中全国卷有一题考查了迁移与质疑(C2),江苏卷有2题,分别考查了迁移与质疑(C2)、建构新模型(C3).可见,江苏卷在经历自主命题的探索中,更

加关注学生的迁移创新能力的发展,命题方向更加契合当下新课改的时代背景.

3.2 试卷考查的能力表现水平结论

(1) 试卷考查的能力水平契合学生现有发展水平
高考试卷的考察对象是高三年级的学生,笔者查阅了郭玉英老师基于大样本的物理学科能力表现水平调查结果,表明高三年级学生物理能力水平总体来说处于水平4和水平5之间.对于全国卷和江苏卷,处于水平4和水平5的题目总比例分别占到50%和52%.也就是说对于这部分题目,总的来说学生们现有的能力水平是可以胜任的.

(2) 江苏卷对于学生物理学科能力表现的要求更高

在全国卷中,能力表现水平占比最多的是水平4,占比达27.78%.而在江苏卷中,占比最多的是水平5,占比达28.00%,并且水平6、水平7的题目所占比例江苏卷均高于全国卷,可见江苏卷对于学生物理学科能力提出了更高要求.这也能解释为什么师生普遍认为高考江苏卷比全国卷更难的原因.

参考文献

- 1 钱宏春.物理能力理论视域下的江苏高考物理试题研究.物理教学,2018,40(03):56~58,53
- 2 郭玉英,张玉峰,姚建欣.物理学科能力及其表现研究.教育学报,2016,12(04):57~63

Comparative Analysis on College Entrance Examination Paper in Performance Perspective of Physical Subject Ability

—Taking 2018 National College Entrance Examination New Curriculum Standard I and Jiangsu Volume as an Example

Jiang Nan Yuan Haiquan

(School of Physical Science and Technology, Suzhou University, Jiangsu, Suzhou 215006)

Abstract: In the context of new curriculum reform, college entrance physics examination should emphasize the physics curriculum competence of students. This paper takes the physics performance framework as the theoretical basis, selecting the representative national college entrance examination physics paper and Jiangsu paper as an example, in order to compare the similarities and differences between the two in terms of competence dimension and competence performance level. The results show that both papers focus more on practical application in the competence dimension, yet less on the competence to learn and understand, meanwhile competence of transfer and innovation has been preliminarily explored. The Jiangsu paper pays more attention to students' deep-level competence. Competence performance level of the two papers are in line with the current development level of students, while the Jiangsu paper has higher requirements for students.

Key words: physics competence performance; college entrance examination; comparative analysis