

SOLO 分类理论视角下的高考物理 试题分析研究*

——以 2023 年理综 3 套试卷物理试题为例

邹佳辰

(江西省宜丰中学 江西 宜春 336300)

(收稿日期:2023-06-24)

摘要:应用 SOLO 分类理论和高考评价体系,对全国甲、乙卷及全国新课标卷进行了分析.研究发现,3 套物理试卷中考查较多的是力学和电磁学两个知识模块,且大部分试题都在多点结构层次和关联结构层次,高考物理试题对应试者的知识和能力要求都较高.

关键词:SOLO 分类理论;高考物理试题;高考评价体系;知识与能力

1 前言

习总书记提出,要着力建设德、智、体、美、劳全面培养的育人体系,使人才培养形成更高层次的制度体系,必须通过深化教育体制改革.教育部明确提出,构建高考考试内容体系,包括“核心价值、学科素养、关键能力和必备知识”4 个方面,立足全面发展育人目标.

物理学科需要达到的“关键能力”,是指学习者按照我国高考评价体系提出的要求,对物质、运动与相互作用、能量等方面的认知,具有认识能力、推理能力、综合分析能力、应用数学处理物理问题的能力、实验能力等方面的能力^[1-2].高中物理的必备知识,分成 5 大模块进行考查,即近代物理、力学、电磁学、光学、热学.

“立德树人,服务选才,引导教学”是中国高考

评价体系的核心;高考物理试题既是我国高考评价体系的现实写照,也是我国高考物理教学的参照标准,是我国高考评价体系的重要组成部分.本研究应用 SOLO 分类理论,结合我国高考评价体系的要求,对 2023 年高考物理 3 套试题进行分析研究.

2 研究对象与研究方法

2.1 研究对象

2023 年高考物理全国卷有 3 套试卷(表 1),分别是全国甲卷、乙卷和全国卷新课标卷.这 3 套试卷都是出自理科综合能力测试试卷中的物理部分.其中甲卷适用于四川、广西、贵州、西藏等 4 个省份,乙卷适用于河南、山西、江西、甘肃、内蒙古、青海、宁夏、新疆等 8 个省份,新课标卷适用于安徽、山西、吉林、黑龙江、云南等 5 个省份.

表 1 高考物理 3 套试卷结构

试卷	单选题		多选题		实验		计算题		选考题		总计	试卷总分
	题量 / 道	总分值	题量 / 道									
全国甲卷	5	30	3	18	2	15	2	32	2	15	15	110
全国乙卷	5	30	3	18	2	15	2	32	2	15	15	110
全国新课标卷	5	30	3	18	2	18	3	44	0	0	13	100

* 江西省基础教育研究项目“翻转教研在校本教研中的行动研究——以宜丰中学物理学科校本教研为例”的研究成果之一,项目编号:YCWL202-645.

作者简介:邹佳辰(1993-),男,硕士,一级教师,主要研究方向为物理课程与教学研究、高考试题研究.

从表1可以看出,3套物理试卷的试卷结构相差无几,题型与题量相对稳定.第一,必考部分的选择題,3套试卷均为5道单选题、3道多选题,题量适中,约占总题量的50%.二是非选择题部分,3套试卷呈现出一定的区分度:甲卷与乙卷结构完全相同,均设置了实验题、计算题和选做题,在分值的设置上与乙卷保持了一致,新课标则设置了2道实验题和3道计算题,没有选做题.再者,在3套试卷中,非选择题的题量比选择题的题量要少,但非选择题的总分值要比选择题的总分值占比更多.

2.2 研究方法

2.2.1 SOLO分类理论

SOLO分类理论是比格斯和他的同事们根据皮亚杰的认知发展理论建立起来的,为描述和评价学生认知能力提供了一个框架的认知学习理论.SOLO代表“结构化可观察的学习结果”,它的核心思想是,学生的认知能力不是固定的,而是可以在不同的层次上发展.SOLO分类理论将学习者的认知层次分为前结构、单点结构、多点结构、关联结构、抽象扩展结构5个不同的层次,具体内容如图1所示.

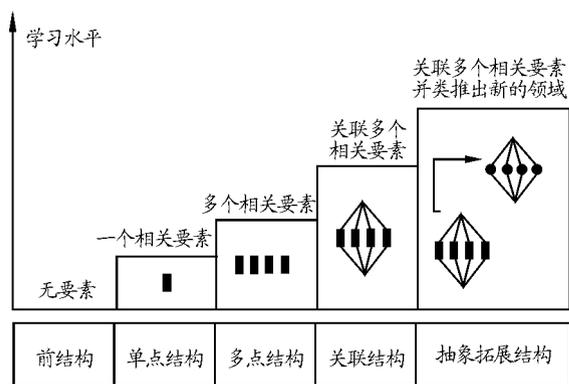


图1 SOLO分类理论各结构层次

在试题研究方面,SOLO分类理论的5个结构层次与物理学科考试要求的知识认知水平和能力要求相契合,得到了广泛的应用.

正是由于该理论在学习认知上具有较好的评价功能,SOLO分类理论也常作为考试评价的测评工具.

2.2.2 高考物理试题以SOLO分类理论为基础的研究方法

高考试题体现出选拔性考试对应试者的必备物

理知识和能力水平的要求.力学、电磁学、光学、热学、近代物理5个部分是高考物理试题中考查的知识;而且能力要求有5种,包括理解能力、推理能力、综合分析能力、应用数学处理物理问题能力、实验能力^[3-4].高考物理试题呈现出的SOLO层次往往与题干信息、正确选项或正确解答过程有关^[5].笔者将本研究中高考试题对应的各结构水平界定如下:

(1) 前结构水平.处于该水平的试题表现为已知条件未准确表述,同时学生解决这类问题时无法从题干信息中获得明确的提示.

(2) 单点结构层次.本层次试题表现为考查的知识点单一,没有其他模块知识的参与;学生在解答这类题目时,需要准确把握物理概念和物理规律的适用条件,合理运用较简单的物理公式;体现出一定的基础性.

(3) 多点结构水平.处于该水平的试题表现为试题中所考查的知识点多元,不同模块知识点单独应用,无关联;解决这类问题时学生需要根据已知条件进行合理的推断,并能够运用多个公式简要说明推理过程;体现出一定的应用性.

(4) 关联结构水平.处于该水平的试题表现为试题中所考查的知识点多元,不同模块的知识点间有一定联系,物理问题情境中既有单一知识点也有多个知识点;学生在解决这类问题时需要做到具体问题具体分析,既能找到各要素之间的关联,又能综合应用多个模块的知识;体现出一定的综合性.

(5) 抽象拓展结构水平.处于该水平的试题表现为试题中考查的知识点多元,不同模块的知识点间有密切联系,问题往往贴近生活情境,需要自设条件寻求解决办法;学生在解决这类问题时需要从题干信息中抽象出物理模型,选择恰当的物理规律或数学方法(几何图形或物理图像)对问题进行描述、解释;并将这种规律推广至其他问题中;体现出一定的创新性.

此外,实验探究题往往是对同一模块或不同模块多个知识点的考查,解决这类问题时学生需要熟悉科学探究的过程,熟知实验原理,并且需要结合数学方法(几何图形或物理图像)对问题进行描述、解

释,因此,本研究中实验探究题的 SOLO 水平依据问题的复杂程度可以设定为关联结构层次或抽象拓展结构层次.为了更好地说明研究过程,以下一道试题的分析作为对上述分类标准的解释.

【例题】(2023 年高考全国卷乙卷第 18 题)一学生小组在探究电磁感应现象时,进行了如下比较实验.用图 2(a) 所示的缠绕方式,将漆包线分别绕在几何尺寸相同的有机玻璃管和金属铝管上,漆包线的两端与电流传感器接通.两管皆竖直放置,将一很小的强磁体分别从管的上端由静止释放,在管内下落至管的下端.实验中电流传感器测得的两管上流过漆包线的电流 I 随时间 t 的变化分别如图 2(b) 和图 2(c) 所示,分析可知()

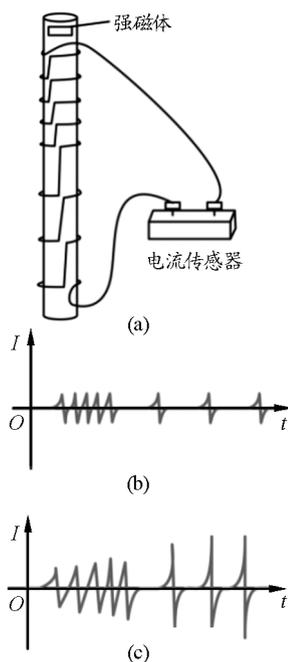


图 2 2023 年全国卷乙卷第 18 题图

- A. 图 2(c) 是用玻璃管获得的图像
 B. 在铝管中下落,小磁体做匀变速运动
 C. 在玻璃管中下落,小磁体受到的电磁阻力始终保持不变
 D. 用铝管时测得的电流第一个峰到最后一个峰的时间间隔比用玻璃管时的短

解析:强磁铁在铝管上端和玻璃管上端分别由静止释放.在铝管中,铝管会形成涡流,强磁体在加速后很快达到平衡状态,然后在线圈之间的区域做匀速直线运动,所以脉冲电流的峰值相同,磁通量的

变化率也相同,这就是铝管中的涡流.有机玻璃管中磁通量的变化率也是如此,但玻璃管是绝缘体,玻璃管中不会形成涡流,于是磁体在玻璃管中一直做加速运动.对比图 2(b) 和图 2(c),图(c) 的脉冲电流峰值不断增大,说明强磁体的速度在增大,符合玻璃管中磁体的运动情况.另外,由于强磁体在铝管中做匀速运动,在玻璃管中加速运动,因此,玻璃管中测得的电流会越来越大,而在铝管中的磁体从产生第一电流高峰到产生最后一电流高峰需要更长的时间间隔,综上所述,正确答案为选项 A.

评析:该题图片取自教材中的插图,考查的内容是涡流原理和对电磁阻尼、电磁驱动的理解,要想正确解答该题,所需的知识除了要理解电磁感应中涡流外,还需要分别在铝管和玻璃管中正确地构建强磁体的力学模型,从而分析其具体的运动过程,同时还需要正确地构建强磁体的力学模型,这就需要在做题的同时,也要具体分析图 2(b) 和图 2(c) 所表达的物理含义;综上所述,本题的 SOLO 层次属于关联结构层次.

3 研究结果

3.1 知识结构的分布情况

高考物理的“必备知识”可分为力学、电磁学、热学、光学、近代物理等 5 个模块,在研究过程中,由于力学和电磁学两个模块的比重较大,故本研究中将热学、光学、近代物理等 3 个模块的知识合并起来记入“其他模块”.3 套卷的知识点结构如图 3 所示.

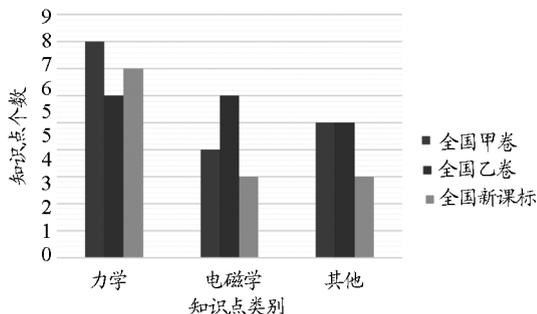


图 3 3 套试卷的知识点结构

力学、电磁学知识点在高考物理试卷中所占比重相对较大.3 套物理试卷中涉及的知识点总数相近,在“力学”模块,全国甲卷和全国新课标卷考查

的知识点数量相当;在“电磁学”模块,全国乙卷考查数量较另外两套物理试卷多;而在“其他”模块,3套试卷考查的知识点差别不大。

3.2 3套试题 SOLO 层次分布情况

应用 SOLO 分类理论对 3 套物理试卷中的知识点进行分类可以发现,高考物理试卷中处于单点结构、多点结构、关联结构和抽象拓展结构的分别为 11%、26%、52% 和 11%,其中处于多点结构和关联结构层次的物理试题总占比超过 70%,如图 4 所示。单点结构层次的试题侧重于对基础物理知识的理解,多点结构和关联结构层次侧重物理概

念和物理规律的综合与应用,而抽象拓展结构层次的试题,侧重于考查构建物理模型并应用物理模型解决问题的能力。

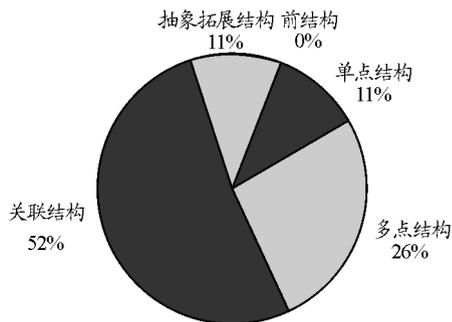


图 4 3套试卷各占 SOLO 等级百分比

表 2 3套试卷各 SOLO 等级分布

模块	力学						电磁学						其他(包括近代物理、光学、热学)						总计
	前结构	单点结构	多点结构	关联结构	抽象拓展结构	合计	前结构	单点结构	多点结构	关联结构	抽象拓展结构	合计	前结构	单点结构	多点结构	关联结构	抽象拓展结构	合计	
全国甲卷	0	1	3	8	3	15	0	0	0	3	2	5	0	1	1	3	0	5	25
全国乙卷	0	0	5	4	1	10	0	0	2	7	0	9	0	1	1	2	0	4	23
全国新课标	0	4	5	6	0	15	0	0	0	3	2	5	0	1	2	2	0	5	25
总计	0	5	13	18	4	40	0	0	2	13	4	19	0	3	4	7	0	14	73

由表 2 可知,在力学模块中,3 套试卷处于多点结构和关联结构层次的较多,甲卷和乙卷中抽象拓展结构较新课标卷多,新课标卷中单点结构层次较其他两套试卷多;电磁学模块 3 套试卷处于关联结构的占主要部分,而乙卷中处于关联结构的更多;光学、热学、近代物理模块,3 套试卷在单点结构、多点结构和关联结构上分布比较均衡。从上述的分析可以看出,尽管采用 3 套物理试卷的 3 类地区教育资源水平不同,但是在物理知识和能力考查上,3 套试卷均对力学和电磁学模块提出了较高要求。

4 对物理教学的启示

一是注重物理教育的价值取向。教育和考试都应当服务于国家选才,在物理教学过程中,引导学生树立正确的学习观和考试观是学科教育不可或缺的一个要求。树立正确的科学态度和价值观,是价值观的组成部分,也是高考工作的核心目标。

二是注重形成和培养物理核心素养。物理学科教育不是简单地传授物理概念和物理规律的过程,而是要引导学生构建物理理念体系,掌握科学的探究方法,树立奋发向上的科学态度和价值观。同样,高考考查的也不仅仅是物理知识,考查的是运用能力解决问题的物理知识。物理学科核心素养的形成与培养,需要教师在物理教学中认真研读课程标准、认真研读物理教材、准确把握学情、给予学生正确的价值指导。

三是注重情景化试题的分析。物理问题来源于生活,抽象于生活。物理学科能力的培养不能只是教会学生从题干信息中提取物理概念和物理规律的层次,还要能够准确把握试题情境中蕴含的物理原理。此外,在某种程度上还应学会对生活中的原始物理问题抽象物理模型,再结合数学方法对其进行解释。

总之,从高考视角透视物理教学,教师和学习者均需要达到较高的水平。

5 展望

高考试题研究不仅限于应用 SOLO 分类理论的研究,也可以应用其他学习认知理论,还可以从某一视角对高考物理试题进行精准分析,这样都有助于一线教师准确把握高考动向,为科学的教学计划的制定提供参考。

参考文献

[1] 教育部考试中心. 中国高考评价体系[M]. 北京:人民教育出版社,2019.

[2] 教育部考试中心. 中国高考评价体系说明[M]. 北京:人民教育出版社,2019.

[3] 潘陈玉洁. 基于 SOLO 分类理论的全国卷高考物理试题内容维度考查特点探索研究[D]. 重庆:西南大学,2022.

[4] 赵波,王晶莹. 基于 SOLO 分类理论的物理高考试题学科能力测查研究——以 2019 年全国新课标 III 卷为例[J]. 中学物理,2021,39(21):10-14.

[5] 邹佳辰,李兴华,孙永茂. 基于 SOLO 分类理论的高考物理试题分析[J]. 物理通报,2016(12):116-118,120.

Analysis and Study on College Entrance Examination Physics Test Questions from the Perspective of SOLO Classification Theory

——Taking the Physics Test Questions of the 2023 National College Entrance Examination's Comprehensive Science and Technology Test as an Example

ZOU Jiachen

(Jiangxi Yifeng Middle School, Yichun, Jiangxi 336300)

Abstract: This study applied the SOLO theory and the college entrance examination evaluation system to analyze the three sets of national test paper of the 2023 college entrance examination. It is found that the two knowledge modules of mechanics and electromagnetism are examined more frequently in the three sets of physics examination papers, and most of the questions are at the Multistructure level and the Relational level.

Key words: SOLO theory; College entrance examination physics test; College entrance examination evaluation system; Knowledge and ability

(上接第 115 页)

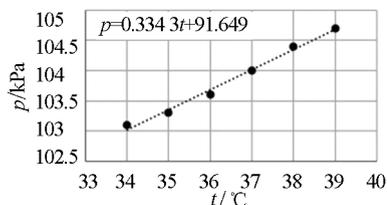


图 6 数据拟合

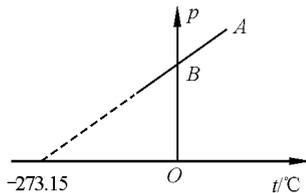


图 7 等容变化的 $p-t$ 图像

析,验证了理想气体的等容变化,与理论曲线相比,误差非常小,证明了该实验装置的可行性。

有条件的学校可制作多套装置,作为课堂内学生探究实验. 指导学生通过绘制 $p-t$ 图像,从图线的 A 指向 B 方向的延长线与横轴交点得到横轴截距,如图 7 所示,从而得出气体压强为零时的温度,有助于理解绝对零度和热力学温标的物理意义。

与以往的相关实验相比,本实验装置设计简单,测量精度高、实用性强、便于操作、安全性能好,可很好地将学生所学知识与物理学结合起来,有效地培养了学生的创新思维和动手能力。

参考文献

[1] 梁良飞. DIY 气体实验定律探究仪[J]. 物理教学, 2021(3):26-29.

[2] 冉晓红. 查理定律实验的改进[J]. 物理实验,2008, 28(8):27-28.

4 经验总结

自制实验装置采用数字化测量方法获得实验数据,对等容条件下的气体压强与温度关系进行了分