



基于 SOLO 分类理论的物理教材 习题比较分析*

——以人教版高中《物理·必修1》两个版本为例

蓝学谦 曹海宾

(石河子大学理学院 新疆 石河子 832021)

(收稿日期:2020-07-08)

摘要:基于 SOLO 分类评价理论对物理教材中的习题进行分析,以根据普通高中物理课程标准(2017年版)编写的新版人教版高中《物理·必修》第一册和人教版高中《物理·必修1》(2006年版、以下称旧版)为例,得出新版教材的习题更加符合学生认知规律,提升学生学科素养,同时新版教材新增的章末习题有助于提高学生思维能力。

关键词:SOLO 分类评价理论 习题 比较分析

2017年教育部发布了高中各学科核心素养版课程标准,以此为基础编写的人教版高中物理教材也在2019年出版,课程标准的改版不仅体现在教材在内容上的选取与编排有所变动,还体现在教材习题的设置,旧版教材的习题只有节后习题“问题与练习”,而新版教材的习题包括节后习题“练习与应用”和新增的章末习题“复习与提高”,习题数量增多,题目的内容改变。一般来说,习题用于考查学生对所学知识的掌握情况,还可以提高学生思维水平以及解决问题的能力,是教材的重要组成部分。笔者借助 SOLO 分类评价理论,根据学生解决物理问题时需要涉及的要素以及这些要素之间的相关联系进行 SOLO 层次的分类,从学生发展规律和对教材内容的适切度等方面比较两个版本教材的习题。

1 SOLO 分类评价理论在分析物理试题中的应用

SOLO 分类评价理论 (Structure of Observed Learning Outcome) 是由澳大利亚教育心理学教授

Biggs 等人以皮亚杰的认知发展理论为基础建立的一种质性评价理论,将学生“可观察的学习成果”的结果细化,由浅入深地分为 5 个层次——前结构 (Prestructure)、单点结构 (Unistructure)、多点结构 (Multistructure)、关联结构 (Relational)、抽象拓展结构 (Extended abstract),来反映学生解决问题时的思维结构^[1]。随着国内学者对 SOLO 分类评价理论应用的不断开发研究,该理论在试题研究方面也由最初的开放性测验逐渐转移到封闭性测验^[2]。在前人的研究中,认为 SOLO 分类理论划分的 5 个层次描述了学生的思维由量变到质变的发展过程,单点结构、多点结构关注的是学生掌握知识的数量,关联结构和抽象拓展结构关注的是学生综合分析问题的高级思维能力^[3]。学生在学习过程中存在知识量的积累和思维操作能力的提升,可以通过学生解决问题时涉及要素的数量以及关联程度来判断学生所处的 SOLO 层次^[4,5]。而教材中的习题大多数属于封闭性问题,学生进行习题练习时所需要回忆的知

* 2019年石河子大学教育教学改革项目“基于专业认证理念的力学课程教学设计与教学方法改革与实践”的阶段性研究成果。

作者简介:蓝学谦(1996-),男,在读硕士研究生,研究方向为学科教学(物理)。

通讯作者:曹海宾(1967-),男,副教授,主要从事力学、物理实验教学与研究工作。

识,以及这些知识之间建立的相互联系是明确的,笔者在研究普通高中物理课程标准(2017年版)时发现 SOLO 分类评价理论中 5 个水平与课程标准中的

学习质量水平可以建立一定的联系,因此本文根据课程标准的學習质量水平,制定了习题的 SOLO 层次划分标准,具体表述如表 1 所示.

表 1 SOLO 层次划分标准

SOLO 层次	解释	权重
前结构水平(P)	由于习题是学生在学完该节内容之后对物理概念和规律的考查,因此不存在前结构水平的习题	0
单点结构水平(U)	学生能够正确回忆再现一个物理概念和规律并解决问题,题目考查的知识点比较孤立	1
多点结构水平(M)	学生在解决问题的过程中需要正确回忆再现 2 个或者 2 个以上孤立的物理概念和规律并正确运用,题目较注重考查学生掌握知识点的数量	2
关联结构水平(R)	题目正确解答要求学生必须正确回忆再现多个物理概念和规律,并且将解决问题的多个要素有机地联系起来,题目较注重考查学生物理概念和规律之间的综合运用能力	3
抽象拓展结构水平(E)	题干信息量多,试题情境比较新颖,题目正确解答要求学生在关联结构水平的基础上,经过抽象思维和扩展思维,把已知结果推广到更新的领域,得到更抽象的结论	4

根据以上分类标准,现以 2019 年人教版高中物理教材必修第二册第五章第 4 节“抛体运动的规律”练习与应用第 1 题作为示例说明其应用.

【示例】用 m, V_0, h 分别表示平抛运动物体的质量、初速度和抛出点离水平地面的高度,不考虑空气阻力,以下物理量是由上述哪个或哪几个物理量决定的?为什么?

- 物体在空中运动的时间
- 物体在空中运动的水平位移
- 物体落地时瞬时速度的大小
- 物体落地时瞬时速度的方向

该题考查学生对平抛运动知识的掌握,分析问题学生将平抛运动分解为物体在竖直方向上和水平方向上的运动.解决选项 A 需要学生掌握物体自由落体的概念和规律;解决选项 B 需要掌握匀速直线运动的概念和规律;解决选项 C 需要关联选项 A

和选项 B 并且掌握匀加速直线运动的概念和规律,通过计算将竖直方向的速度和水平方向的速度转换为物体的瞬时速度;解决选项 D 时需要在解决选项 A 和 B 的基础上运用数学三角函数公式得出物体瞬时速度与水平方向的夹角公式 $\theta = \arcsin \frac{v_{\text{竖}}}{v_{\text{瞬}}}$. 综上所述,可以判定该题的 SOLO 层次是抽象拓展结构水平.

2 两个版本习题 SOLO 层次分布情况

人教版高中《物理·必修 1》新、旧版本教材内容主要由“机械运动与物理模型”“相互作用与运动规律”两个主题组成,将习题进行 SOLO 层次分类之后得到习题的 SOLO 层次分布统计表,如表 2 所示.

表 2 人教版高中物理(必修一)两版本习题 SOLO 层次分布统计表

SOLO 水平		单点结构	多点结构	关联结构	抽象拓展结构	开放性问题	合计
新版	题数量 / 道	51	39	29	4	16	139
	占比 / %	36.69	28.06	20.86	2.88	11.51	100
旧版	题数量 / 道	41	17	15	0	6	79
	占比 / %	51.90	21.52	18.99	0	7.59	100

新版的习题一共有139道,除了16道开放性问题外,题目的SOLO层次主要分布在单点结构、多点结构、关联结构3个水平层次上,数量依次逐层递减,有少量抽象拓展结构水平的题目,旧版习题数量一共有79道,同样存在着题目主要分布在单点结构、多点结构、关联结构3个水平层次上并依次递减的特征.不同的是新版相对于旧版题量较多,其题目在3个水平上的分布较为均衡,单点结构、多点结构、关联结构所占的百分比分别是36.69%、28.06%、20.86%.旧版题目则主要分布在单点结构,仅单点结构的题目就占了习题总量的51.90%,可以知道旧版习题主要针对学生对单个知识点的复现.新版教材中,多点结构和关联结构层次的习题量增多意味着习题不仅对学生掌握知识点的数量有一定要求,还考查学生将多个知识点有机整合的能力以及分析综合能力,抽象拓展结构的题要求学生具备质疑和创新的思维品质,而且符合新课标对核心素养的要求.

3 新旧版教材习题的比较

基于2017版课程标准的新教材习题部分的编

表3 人教版高中物理必修一两版本习题SOLO层次统计表

比较内容	第一章	第二章	第三章	第四章
新版节后习题	1.357	1.625	1.609	2.000
新版章末习题	1.273	2.417	2.000	2.867
旧版教材习题	1.625	1.333	1.214	2.120

为了更好地了解每一章习题SOLO层次的综合水平变化趋势,将数据利用折线图表示,如图1所示,并得出如下结论.

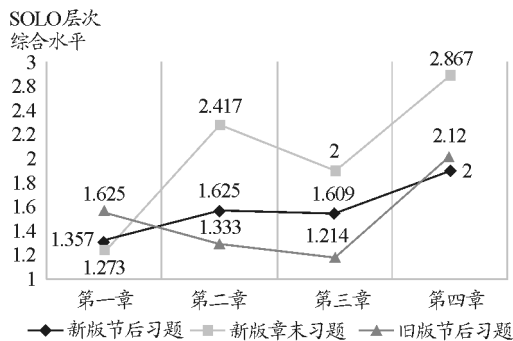


图1 SOLO层次综合水平变化趋势

写,结合学生的认知规律,对学习内容的及时强化,以及对应用知识的能力有新的思考和体现.以上利用SOLO层次的分类,说明了新旧两版教材的习题在各个SOLO层次上的比重和分布特征.应用各个SOLO层次上的比重和分布特征,通过计算每章习题加权平均值,用于表示习题SOLO层次的综合水平,以区分新旧两版习题之间的整体差异.为此,笔者通过下面公式来计算习题SOLO层次的综合水平.

$$d = \frac{\sum_i n_i d_i}{n} \quad (\sum_i n_i = n; i = 1, 2, 3, 4)$$

其中, d 表示SOLO层次的综合水平取值; d_i 为该题目SOLO层次的权重(依水平分别取1,2,3,4,见表1); n_i 则表示这组题目中属于SOLO层次的第*i*个水平的题目个数,其总和等于该组题目的总数*n*.根据上面公式,得到了人教版高中物理必修1两版本习题SOLO层次统计数据.由于新版本增加章末习题,所以单独计算,统计结果如表3所示.

(1) 新版教材更加符合学生的认知规律

新版教材节后习题中,每一章“练习与应用”的SOLO层次的综合水平取值分别是1.357,1.625,1.609,2.000,SOLO层次的综合水平处于单点结构和多点结构之间,并且随着学习进程,对学生SOLO层次的要求逐渐由单点结构过渡到多点结构,更注重考查学生掌握知识的数量.旧版节后习题中,每一章“问题与练习”的SOLO层次的综合水平同样处于单点结构与多点结构之间,取值分别是1.625,1.333,1.214,2.120,但每一节后习题SOLO层次的综合水平没有明显的规律,可知新版教材节后习

题的习题对学生知识掌握情况和思维能力的考查更注重一个由易到难、由低层次过渡到高层次的过程,符合学生的认知规律.

(2) 新版教材习题能更好地实现学生学科素养的提升

对新版教材而言,第二章“匀变速直线运动的研究”内容是第一章“运动的描述”上的延续与应用,因此在设置习题时同样需要涉及第一章内容的物理概念和规律,考查学生对“机械运动与物理模型”的掌握情况,要求学生综合两章知识进行训练,在新版教材习题中得到体现,第二章节后习题和章末习题 SOLO 层次的综合水平分别从 1.357 和 1.273 提高到 1.625 和 2.417,由单点结构逐渐向关联结构过渡.第三章的内容“相互作用——力”属于“相互作用与运动规律”的知识模块,涉及到新的知识,习题需要考查学生对新知识点的复现情况,关注学生掌握知识点的数量,体现在新版教材两个习题板块 SOLO 层次的综合水平分别下降为 1.609 和 2.000,向多点结构过渡.第四章“运动和力的关系”作为教材的最后一章,涉及整本书的知识内容,习题不仅考查学生掌握知识情况,还要考查学生综合分析问题的能力,体现在新版教材中两个习题板块的 SOLO 层次的综合水平分别提高到 2.000 和 2.867.从数据可以看出,新版教材贯彻了编写者“有理解、有辨析、有创造等练习,全面提升学生的素养”的编写意图^[6].从教材内容的角度上分析,后面教材内容会建立在前段学习基础之上,所以随着学习的深入习题的 SOLO 水平应该更高.而这些特点在旧版教材习题中没有得到体现.

(3) 新版教材章末习题有力地提升了学生思维能力,适应新的课程标准要求

每一章章末习题 SOLO 层次的综合水平取值分别是 1.273,2.417,2.000,2.867,除了第一章与

节后习题接近外,第二、三、四章都明显高于节后习题,分布在多点结构和关联结构之间,是学生学完一整章的知识后进一步对学生知识掌握情况和思维能力的考查和训练,关注学生掌握知识点的数量和培养学生综合分析和解决问题的能力.这种结构更符合新课标提升学生科学思维这方面的核心素养要求,也贯彻了新课标中对学生学业水平等级评价的要求,以适应未来新的高考制度改革.

4 结束语

教材中的习题常被教育工作者忽视,学生在应试教育制度下更加倾向于市面上销售的习题资料,往往造成学生课业负担过重.在新课改背景下,教材习题的改变落实“立德树人”的教育方针,培养学生核心素养,减少学生对课外习题的依赖.本文利用 SOLO 分类评价理论对教材习题进行分析,有助于教师对教材习题的合理利用.

参考文献

- 1 吴有昌,高凌飏. SOLO 分类法在教学评价中的应用[J]. 华南师范大学学报(社会科学版),2008(03):95~99
- 2 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
- 3 樊卓琳. 高考物理试卷对科学思维能力的考查研究[D]. 西安:陕西师范大学,2018
- 4 王振超,李建彬,胡象岭. 基于 SOLO 分类理论的高考物理试题能力层次分析——以 2016 年全国卷 I 为例[J]. 物理教师,2018,39(02):86~91
- 5 王振超. 基于 SOLO 理论的 2016 年高考物理试题能力层次分析[D]. 曲阜:曲阜师范大学,2017
- 6 彭前程. 高中物理教材编写与使用:人教版高中物理新课标教材研讨会. 安徽合肥. 2019.5
- 7 教育部. 普通高中物理课程标准(2017 年版)[S]. 北京:人民教育出版社,2018. 1