



# 基于 SOLO 理论的物理学史复习\*

沈文炳 张志勇

(湖北省鄂南高级中学 湖北 咸宁 437100)

(收稿日期:2016-01-04)

**摘要:**运用 SOLO 分类评价理论分析近 3 年高考中物理学史试题,总结物理学史考查的特点是注重考查学生的学科素养和物理创新能力. 尝试提出 4 种复习策略,即编写歌谣、设计概念图、解决原始物理学史问题和挖掘物理史料.

**关键词:**SOLO 理论 物理学史 复习

物理学史有利于学生理解物理概念和规律,掌握物理思想和方法,培养学生的科学素养和创新精神,形成正确的价值观和人生观. 新课程改革以来,物理学史的考查一直是热点. 本文尝试运用 SOLO 分类理论分析近 3 年物理学史考查的特点,并尝试提出有效的复习策略.

## 1 SOLO 分类理论及分析

### 1.1 SOLO 分类理论简介

SOLO(structure of the observed learning outcome) 分类评价理论是由 Biggs 和 Collis 在 1982 年提出的一种以等级描述为基本特征的质性评价方法. SOLO 分类评价理论将学生的学习结果按照思维从低到高分 5 个不同层次:前结构、单点结构、多点结构、关联结构和拓展抽象结构<sup>[1]</sup>.

(1) 前结构水平的学生基本上不能理解和解决问题.

(2) 单一结构水平的学生对问题有一点理解,但只是略知一二.

(3) 多元结构水平的学生对问题有了更多理解,但不全面.

(4) 关联结构水平的学生对问题有了整体把握,能够将各种相关信息进行整合,解决较为复杂的具体问题.

(5) 拓展抽象水平的学生对问题不仅有整体把握,而且还能对问题进行抽象概括,解决新的问题.

### 1.2 物理学史试题分析

现运用 SOLO 分类评价理论分析近 3 年全国各地高考卷中的物理学史试题,总结高考物理学史试题的特点和规律.

单点结构的试题要求学生能够了解、记忆单一的物理学史的知识,比如对某一个科学家的重要贡献. 多点结构的试题要求学生能够关注物理学史知识以及相关的概念、规律的理解. 关联结构的试题要求学生能够重复物理学家研究和发现物理问题的实验或方法. 拓展抽象结构的试题要求学生能够根据呈现的物理学家们的研究结论来分析具体的物理问题.

运用 SOLO 分类评价理论统计的近 3 年各地高考试卷中物理学史试题如表 1 所示. 通过分析和总结,当前高考关于物理学史试题的特点主要如下:

\* 系“初高中衔接教学研究”,课题编号:HBWL-XJ14043 和“生成性教学研究”,课题编号:HBWL-SC14085,两课题的阶段性成果之一.  
作者简介:沈文炳(1973- ),男,硕士,中教高级,主要从事高中物理教学及研究.

表1 近3年物理试题能力结构分析

层次	2013年	2014年	2015年
单点结构	课标Ⅱ第19题 山东卷第14题 海南卷第7题	海南卷第7题	天津卷第1题
多点结构		课标Ⅱ第18题 天津卷第6题	江苏卷第2题
关联结构	四川卷第1题	课标Ⅰ第14题 安徽卷第14题	
拓展抽象	课标Ⅰ第14题 重庆卷第4题 山东卷第21题	北京卷第19题	课标Ⅰ第19题 天津卷第2题 重庆卷第8题

(1) 全国各地将近三分之二的试卷都对物理学史进行了考查,尤其是新课标试卷每年都进行了考查.全国各地有14套试卷,对物理学史进行考查的试卷主要有新课标Ⅰ和Ⅱ卷、海南卷、山东卷、天津卷、江苏卷、北京卷、安徽卷、重庆卷、四川卷等.

(2) 试题考查以选择题为主.选择题能够覆盖较多的物理学史的知识,有利于考查学生在复习过程中梳理物理学观念、概念和规律的发展历史,建立物理学史的知识体系.也有试卷尝试从实验和应用题的角度来考查物理学史.比如2013年山东理科综合试卷第21题从实验的角度涉及到了中国近期在霍尔效应方面的突破性进展,2015年重庆理科综合试卷第8题从计算题的角度涉及到了伽利略时期的演示实验装置.

(3) 物理学史考查的范围主要是力学和电磁学部分.物理学史力学部分的考查主要是必修1,必修2的内容,电磁学部分主要是选修3-1,选修3-2部分.从表1统计发现,力学和电磁学的试题几乎各占一半.

(4) 试题注重考查学生的学科素养和物理创新能力.从表1中可以看出,属于单点结构能力层次的试题共5道,属于多点结构、关联结构能力层次的试题共4道,属于拓展抽象能力层次的试题共7道.属于多点结构、关联结构和拓展抽象能力层次的试题主要是通过考查学生对物理概念和规律的产生与发展过程、物理学家探索发现物理概念和规律的过程和研究方法等内容的了解,鉴别考生掌握物理概念和规律的程度,反映考生的科学素养和物理创新能力<sup>[2]</sup>.值得关注的是,新课标Ⅰ卷以考查学生的能

力和科学素养为主.

## 2 物理学史的复习策略

### 2.1 编写歌谣记忆物理学史

基本物理学史的知识属于单点结构和多点结构,包括科学家的历史贡献、研究历程、经典实验、经典思想以及与科学家相关的重要物理概念和理论,主要以理解和记忆为主.在复习过程中可以采用多种方式,可以在课堂上组织学生讨论、展讲;可以要求学生以作业的形式自己总结;也可以是教师总结.教师通过编写歌谣的方式总结物理学史,可以提高学生学习的兴趣,便于学生记忆.

高中物理课本选修3-1和选修3-2主要涉及电磁学物理学史,笔者尝试用歌谣的形式对它们进行总结,深受学生欢迎.静电场和电流的物理学史主要涉及库仑、法拉第、密立根.

万有引力促灵感,库仑扭秤很奇特,  
两球均分测电荷,悬丝扭转方便测.  
电场首创法拉第,条条场线形象极;  
密立根实验油滴,电子电荷首确立.

磁场部分主要涉及中国指南针、奥斯特、安培、法拉第、洛伦兹,歌谣总结了指南针的发展、科学家的贡献和研究历程,还部分介绍了科学家的趣闻轶事.

王充论衡述司南,郑和航海用罗盘;  
富兰克林新发现,衣针磁化因放电.  
丹麦大家奥斯特,电磁统一梦想浓,  
偶然发现磁针动,皆因导线电流通.  
电学牛顿是安培,手中怀表变卵石,  
马车车厢做黑板,电流名词为首创;  
磁场方向右手判,四指弯曲拇指直;  
分子电流是假说,磁铁电流本质同.  
右手定则两处用,四指伸直拇指立;  
洛伦兹力安培力,微观宏观本质一.

电磁感应部分主要涉及法拉第、楞次、纽曼和韦伯,歌谣总结了法拉第研究电磁感应的历程,形象地描述了楞次定律和纽曼、韦伯的贡献.

法拉第十年一剑,电磁感应最终现;  
楞次定律情感添,相见时难别亦难.

纽曼韦伯总结强,电磁感应定律立;

绿叶只为衬红花,后人命名法拉第.

编写歌谣要注意歌词和物理学史的基本内容相结合,歌词朗朗上口,可以运用比喻、对称、押韵等手法,便于理解和记忆.

## 2.2 画概念图理解物理学史

概念图是康奈尔大学的 Novak 教授根据 Ausubel 的有意义学习理论提出的一种教学技术.概念图是表示概念和概念之间相互关系的空间网络结构图,是用来组织和表征知识的工具,它是由节点和连接节点的线段所组成的,能形象地表达某一命题中个概念间的内在逻辑关系.

物理概念、规律、思想的发展和演变属于多点结构和关联结构.利用概念图可以促进物理学史知识的结构化、系统化.学生通过建立物理学史间联系促进对物理学史的深入理解,使零散的物理学史知识结构化、条理化、系统化.

高中物理课本必修1和必修2主要涉及经典力学的发展,笔者尝试利用概念图来总结力学发展历史、伽利略研究思想的魅力、牛顿对万有引力定律研究的过程.图1为教师指导、学生集体讨论得到的关于经典力学发展的概念图.

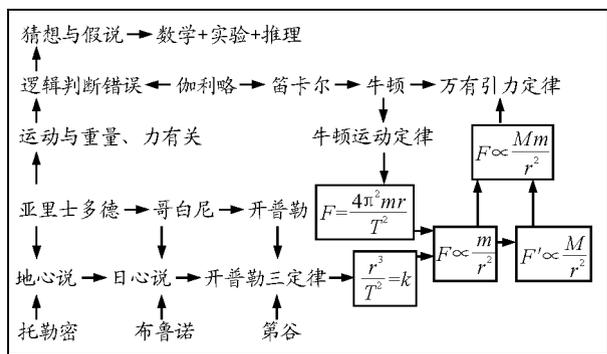


图1 力学发展史概念图

在概念图的制作过程中,要让学生经历示范、模仿、应用3个过程,让学生学会自己制作物理学史复习概念图,这样才能提高学生自我总结和自我反思的能力,有利于学生创造性思维的发展.

## 2.3 解原始问题掌握物理学史

原始物理问题指自然界及社会生活、生产中客观存在且未被加工的物理问题<sup>[3]</sup>.物理学发展历史上,物理学家研究的问题就属于原始问题.物理学史

考查中,涉及考查物理学家做过的实验、物理学家对实验现象的思考和解决过程、运用科学家的结论分析具体问题等属于关联结构和拓展抽象结构能力层次.

关于物理学史中原始问题的解决模式如图2所示.现以2015年新课标I第19题为例来说明物理学史中原始问题的解决.

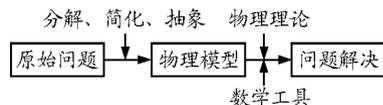


图2 原始问题解决模式

**【例1】**1824年,法国科学家阿拉果完成了著名的“圆盘实验”.实验中将一铜圆盘水平放置,在其中心正上方用柔软细线悬挂一枚可以自由旋转的磁针,如图3所示.实验中发现,当圆盘在磁针的磁场中绕过圆盘中心的竖直轴旋转时,磁针也随着一起转动起来,但略有滞后.下列说法正确的是

- A. 圆盘上产生了感应电动势
- B. 圆盘内的涡电流产生的磁场导致磁针转动
- C. 在圆盘转动的过程中,磁针的磁场穿过整个圆盘的磁通量发生了变化
- D. 圆盘中的自由电子随圆盘一起运动形成电流,此电流产生的磁场导致磁针转动.

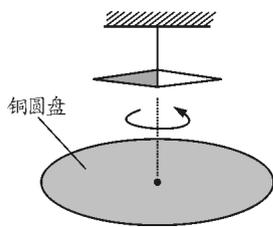


图3

**解析:**小磁针相当于条形磁铁.可以把铜盘沿半径方向分割成若干根导体棒,当铜盘转动时,相当于若干导体棒切割磁感线,如图4(a)所示.小磁针形成的磁场在铜盘各处强弱不同,每根导体棒切割磁感线产生的感应电动势不同.可以取所处磁场最强的那根导体棒AB分析,如图4(b)所示.把导体棒AB所处磁场分解,如图4(c)所示,用右手定则确定导体棒电流由A流向B.由左手定则确定导体棒AO,OB部分受力如图4(c)所示.由牛顿第三定律可以确定铜盘对小磁针的作用力是使小磁针随铜盘

一起转动,从而可以判断选项 A,B 正确,选项 D 错误.由图 4(b) 可以判断选项 C 错误.

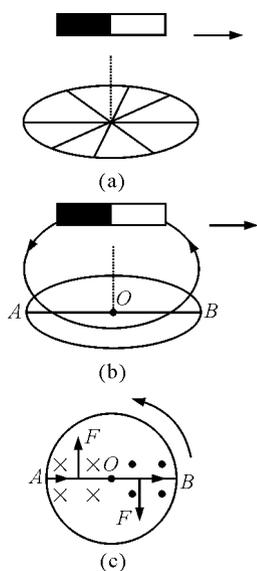


图 4

通过解决物理学家提出的原始问题,学生体会了分析、综合、抽象、概括等科学思维,学会了假设、类比、等效模型、近似等科学方法,培养了学生创造性解决问题的思维.

#### 2.4 挖掘史料拓展物理学史

高中物理学史的内容不是很丰富,有时有浅尝辄止之嫌.在物理学史复习过程中可以利用物理史料拓展相关的物理学史,这样不仅使学生对相关想物理学史有更深刻的认识,还能培养学生正确的价值观和人生观,提高学生思想道德水平和文化素养.如果能够进一步把物理史料编写成对应的物理学史试题,更能激发学生对物理学史学习的兴趣,提高学生解决物理学史问题的能力.

比如关于奥斯特的物理学史,物理教材中主要描述奥斯特发现电流磁效应的过程.教师可以对奥斯特的生平、主要科学成就做一个介绍,可以介绍一下奥斯特与童话大师安徒生的交往及相互影响,还可以把奥斯特在发现电流磁效应时的实验编写成试题,比如下列例题 2.

**【例 2】**1820 年丹麦物理学家奥斯特发现了电流的磁效应.在奥斯特实验中,将直导线沿南北方向水平放置,指针靠近直导线,下列结论正确的是

A. 把小磁针放在导线的延长线上,通电后小磁针会转动

B. 把小磁针平行地放在导线的下方,在导线与小磁针之间放置一块铝板,通电后小磁针不会转动

C. 把小磁针平行地放在导线的下方,给导线通以恒定电流,然后逐渐增大导线与小磁针之间的距离,小磁针转动的角度(与通电前相比)会逐渐减小

D. 把黄铜针平行地放在导线的下方,通电后黄铜针会转动

在利用史料拓展物理学史时,不能过分地用趣闻轶事来取悦学生,而应该通过拓展的史料来丰富学生对物理学史的理解,利用科学家崇高的个人品德影响学生,教育学生如何做人.

### 3 结论

本文利用 SOLO 分类评价理论对近 3 年的高考物理学史试题进行了分析总结,指出了高考物理学史的考查主要是注重学生的学科素养和物理创新能力.同时对物理学史的复习提出了 4 点建议,以期从不同角度来促进学生更好地掌握物理学史,培养学生的物理学科素养和思想道德水平,提升学生的创造性思维能力.

#### 参考文献

- 1 蔡永红. SOLO 分类理论及其在教学中的应用. 教师教育研究, 2005, 18(1): 34 ~ 40
- 2 李勇, 程力. 课程标准高考物理学史考查的理念和方法研究. 中国考试, 2015(3): 15 ~ 21
- 3 邢红军, 陈清梅. 论原始物理问题的教育价值及其启示. 课程·教材·教法, 2005(1): 56 ~ 61

#### 更正

本刊 2016 年第 5 期第 24 页图 1 有误, 应为

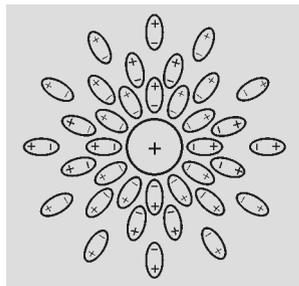


图 1 真空极化示意图

特此更正.