

全国中文核心期刊

化学教育

2018年第2期
总第371期

◎ 基于SOLO与LPS融合的视角
◎ 全国卷化学实验能力考查特点分析
◎ 浅议中学化学教学联系化工案例的思
◎ “难溶电解质溶解平衡”的教学设计、实施与
◎ 氢气与氯化氢反应实验
◎ 深刻理解的

—基于SOLO与LPS融合的视角

考与实践

反思

的优视化改进

实验相互竞争的平行反应

◎ 全国卷化学实验能力考查特点分析—

◎ 浅议中学化学教学联系化工案例的思

◎ “难溶电解质溶解平衡”的教学设计、实施与

◎ 氢气与氯化氢反应实验

◎ 深刻理解的



化学教育

CHINESE JOURNAL OF CHEMISTRY EDUCATION



专论

米理论在评价教学思维水平中的应用

以“二氧化硫的性质和应用”为例

邓一君 赵雷洪

课改前沿

·专题研究· 7 中学生高考科目选择能力调查: 基于 NVivo 的分析

主管单位
教育部

主办单位

竺丽英 王祖浩 全微雷

华东师范大学

华东师范大学《化学教学》编辑部

编辑出版

《化学教学》编辑部

主编

叶建农

19 全国卷化学实验能力考查特点分析

丁莉莉 刘

是修一郭岳峰 王钦忠 高一明

王案例的反思与实践

课堂

设计教学

应用案例指导

的课堂教学设计

可美型的晶体

上海

地址: 上海市中山北路 3663 号

邮编: 200062

电话: 021-62232484

传真: 021-62286492

E-mail: centrix@163.com

聚焦

·探索实践· 25 浅议中学化学教学联系化

·精品课例· 45 基于学科核心素养的初中化学教学

公开

50 探究氯化铁溶液物性的变化

53 “难溶电解质的溶解平衡”教学设计、实施与反思

郑军 潘虹

国内订阅: 全国各地邮局

邮发代号: 4-324

出版周期: 每月10日

实验研究

100 二

李崇毅 叶永崇 陈桂森

61 氨气与氯化氢反应实验的优化改进 凌一洲 唐文伟 李恒之 蒋衍余

国内统一连续出版物号: CN 51-1307/G4

64 饮料变色实验

广告经营登记证: 07018-07

实验的新设计

王建芬 齐俊林

73 蔗糖与浓硫酸反应实

度变化的实验探究

孙影 信政 许敏

·拓展探究· 75 当物质溶解过程混

70 海藻酸钠微球催化过氧化氢分解实验的研究

闵凯文

中国核心期刊(遴选)数据库来源期刊

许亮亮 陈懿 姚禹

中国学术期刊(光盘版)全文收录

测量评价

邢泰宇

中国学术期刊综合评价数据库来源期刊

·解题策略· 82 用图示法快速解决溶液中的质子守恒问题

中文科技期刊数据库收录

·考试评析· 87 深刻理解体验相互竞争的平行反应

龙源期刊网全文收录

·着重讨论 2017 年北京化学高考第 28 题

李立博

EDUCATION IN CHEMISTRY

No. 2 2018 (SUM 371)

CONTENTS (Maintopics)

University and	Analysis on chemistry comprehensive application-type problems in Australian VCE un
based on the visual	Analysis on features of testing experiment skills in national examination sheet
angle of combining SOLO and LPs	Tong We
cases of middle school chemistry	Practical teaching about the consideration of the practice of
engineering	Wang Yunzong, Gao Jing (23)
creating science and engineering practice taking “isolation of alcohol	Teaching design of int
Zhan Xiaohong (20)	measuring equipment” as an example
chemistry	Comment and analysis on two teaching methods for lesson “shift of ch
Wang Zhongsheng (10)	wang zhongsheng (10)
middle school chemistry based on subject core literacy-taking	Teaching design of junior mi
as an example	Hu Chaosheng (45)
chloride solution firing-teaching design of explorative experimental	Exploring changes when iron
Xue Guifeng (50)	lesson
ation and introspection of “dissolution equilibrium of scarcely soluble	Teaching design, implement
Zongjun Pan Heng (59)	Zongjun Pan Heng (59)
rate	Li Chongjie, Ye Yongqian & Chen Guisen (58)
Improvement of optimal vision for the experiment concerning the reaction between ammonia and	
Ling Yizhou, Tang Wenwei, Li Hengzhi & Jiang Zhengyu (61)	Ling Yizhou, Tang Wenwei, Li Hengzhi & Jiang Zhengyu (61)
Several case-examples for the application of U-shaped tube in chemistry	
Song Guangliang, Li Deqian (68)	
Innovative experiment design for the reaction between sugar and conce	
Wang Jianfen, Qi Junlin (73)	Wang Jianfen, Qi Junlin (73)
Experimental study on hydrogen peroxide decomposition	
Sun Ying, Xin Xin & Xu Min (75)	materials
Experimental study on hydrogen peroxide decomposition	Experimental study on hydrogen peroxide decomposition
Chen Xiang, Chen Yi, Yao Yu & Min Kaifu (70)	
Fast solving proton conse	
Understanding and experiencing of competitive parallel reactions—emphatically discussing	Profound unde
in chemistry sheet of 2017 entrance examinations for universities and colleges in	problem 28
Wu Wenzhong, Li Wenbo (87)	Beijing
Talking about	
examples	lin Zh

全国卷化学实验能力考查特点分析*

——基于 4:1 与 :N9 融合的视角

童文昭^{1,3}, 邹国华², 王后雄³

(1. 福建省长汀一中, 福建长汀 366300; 2. 福建省龙岩第一中学, 福建龙岩 364000;

3. 华中师范大学考试研究院, 湖北武汉 430079)

摘要: 以“回归”全国卷后的 2015~2017 年全国 I 卷第 26 题化学实验题为样本, 结合 SOLO 分类理论及学习进阶(LPs)理论, 从 SOLO 层级、LPs 层级、SOLO-LPs 融合难度值等三个角度, 对试题的能力结构进行分析, 并从考查范围与侧重点、考查方式与创新等方面对全国卷化学实验能力考查特点进行了归纳梳理, 提出相应的教学建议。

关键词: 全国卷; 化学实验; 能力结构; SOLO; 学习进阶

文章编号: 1005-6629(2018)2-0019-06

中图分类号: G633.8

文献标识码: B

2017 年, 使用全国卷的省份已增加到 26 个。那么“回归”以来, 全国卷在命题立意、考查方式、考查要求、能力导向等方面有何特征或变化趋势。本文以 2015~2017 共 3 年的全国 I 卷第 26 题实验题为样本, 结合 SOLO 分类理论及学习进阶(LPs)理论, 对试题的能力结构特点进行分析比较, 并尝试对其相对难度进行了标定, 以期发现“回归”以来全国卷对化学实验能力的考查特点及变化, 为日常化学实验教学及能力测评提供参考。

理论概述

基于标准化试题中的“问题”基本为“结构良好问题”, 有着明确的信息、目标及解决方案。因此, 问题解决的难度主要源自于信息与目标间的障碍及解决方案的选择障碍。与教育测量学领域喜欢用通过率表示问题难度不同, 教育心理学领域更多采用认知负荷理论、信息加工理论等对问题解决的认知心理过程进行分析。辛自强(2003)^[1]在“关系-表征复杂性模型的检验”中认为问题难度与问题解决难度为两个不同概念,

“关系复杂性”决定于问题内部关系的层级及数量, 是“问题难度”的主要属性; “表征复杂性”是问题关系复杂性与问题主体特点(如工作记忆容量、领域知识水平等)相互作用的结果, 是“问题解决难度”的本质属性。可以看出, 该模型中的“关系复杂性”实质上描述的是从信息加工到目标解决的思维复杂度, 而决定“问题解决难度”的“表征复杂性”则是思维复杂度与知识难度共同作用的结果。基于以上认识, 本文将从思维和知识两个层面融合分析问题解决的能力特点及要求。

1.1 SOLO 分类理论

彼格斯(Biggs)的 SOLO 分类理论(structure of the observed learning outcome)是一种“检测一个人回答某个问题时所表现出来的思维结构”的方法, 其根据回答问题时的表现将回答者的思维结构由低到高分五个层次(见表 1)^[2]。作为一项面向学习成果(问题回答结果)的评价方法, 该理论也可应用于问题内在能力结构的观测与评估。基于在设置问题时所期望获得的回答不可能是

* 本文系教育部人文社会科学研究规划基金项目“国家教育考试公平监测指标体系及保障机制研究”(项目批准号: #BOQ055“FF)的阶段性成果。

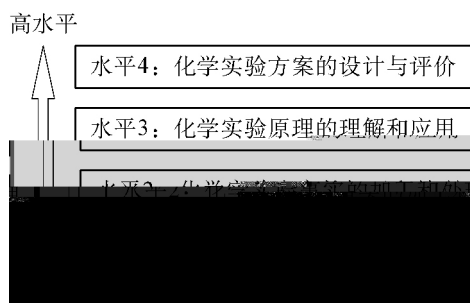
参考文献:

[1][2][5][6][7][8][9] Victorian Curriculum and Assessment Authority. Victorian Certificate of Education CHEMISTRY STUDY DESIGN, Accreditation Period Units 1 and 2 2016-2020 Units 3 and 4 2017-2021, 2015.

[3][4] Victorian Curriculum and Assessment Authority. Victorian Certificate of Education, CHEMISTRY Written Examination Tuesday 8 November 2016.

[10][11] Victorian Curriculum and Assessment Authority. 2016 VCE Chemistry examination report, 2016.

不同层级的实验知识,则以最高层级确定该问题的 LPs 层级。



图# “化学实验认识能力”学习进阶

表! 高考化学实验能力的学习进阶层级与类别^{[E][F]}

序号	实验能力要求
水平 1	实验药品、仪器及操作的识别和描述
1.1	了解化学实验室常用仪器的主要用途和使用方法
1.2	掌握化学实验的基本操作
1.3	能识别化学品标志
水平 2	实验事实的加工和处理
2.1	了解实验室一般事故的预防和处理方法
2.2	掌握常见气体的实验室制法(试剂、原理、装置)
2.3	掌握常见物质检验、分离和提纯的方法及性质实验
2.4	掌握溶液的配制方法
水平 3	实验原理的理解和应用
3.1	根据实验要求选择实验试剂、装置及操作方法
3.2	掌握控制实验条件的方法
3.3	预测、描述和解释实验现象、实验原理
3.4	分析或处理实验数据、得出合理结论
水平 4	实验方案的设计与评价
4.1	设计实验方案
4.2	评价或改进实验方案

2.2 SOLO-LPs 难度模型

基于“关系-表征复杂性模型”对“问题解决难度”的概念界定,可以认为本文从思维(SOLO)和知识(LPs)两个层面构建问题解决难度分析模型具有一定的理论和心理模型的检验价值。为更好地观测比较试题的考查特点和差异性,并避免单一视角造成的偏颇,让分析结果所展现的问题解决难度更接近学习者的实际感受,我们把 SOLO 和 LPs 融合合并进行量化赋分。因为问题解决难度

与问题的思维难度和知识难度都成正相关,因此采用 SOLO 和 LPs 分别赋值再相乘合并统计的方式。需要说明的是,两者赋值相乘,是为解决单一表征造成的偏颇,故通过相乘来共同表征问题解决难度,乘积值仅用于区分问题间的相对难度大小。乘积值相同,并不代表难度或意义相同,正如测量领域中试题分析用得分率表示难度系数时,不同题的难度系数值相同仅代表得分情况相同,并不反映学生在解决这两题时的难度感受是一致的。

具体方法如下:(1) SOLO 难度赋值,按思维结构复杂程度递增,由 U 到 E 依次赋值:U = 1, M = 2, R = 3, E = 4;(2) LPs 难度赋值,按进阶水平表现由低到高,依次赋值:水平 1 = 1,水平 2 = 2,水平 3 = 3,水平 4 = 4;(3) 融合难度赋值:融合难度值(f) = SOLO 难度系数 × LPs 难度系数。按上述规则,一个问题的难度值最高为 16,最低为 1(具体见表 3)。由于一道题由若干问题或小题组成,其难度和分数不等,为更好地纵向比较历年试题的难度差异,有必要对整道题的总难度值进行统计,具体计算方式如下:整题难度值(F) = $\sum_{i=1}^n \frac{f_i}{S_i} \times \frac{S_i}{S_{总}}$,其中: f_i 表示某难度值, S_i 表示该难度值的合计分值, $S_{总}$ 表示整题的总分值。

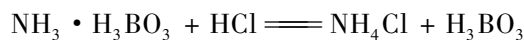
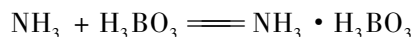
表% 41:1 (N9) 难度赋值规则

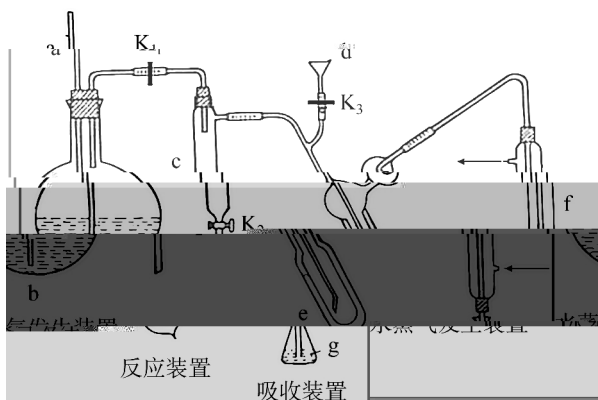
		SOLO 难度			
		U = 1	M = 2	R = 3	E = 4
LPs 难度	总难度				
	水平 1 = 1	1 × 1	1 × 2	1 × 3	1 × 4
	水平 2 = 2	2 × 1	2 × 2	2 × 3	2 × 4
	水平 3 = 3	3 × 1	3 × 2	3 × 3	3 × 4
水平 4 = 4	4 × 1	4 × 2	4 × 3	4 × 4	

% 全国卷化学实验试题能力结构特点

3.1 2017 年全国 I 卷实验题能力结构分析

试题: 26. (15 分) 凯氏定氮法是测定蛋白质氮含量的经典方法,其原理是用浓硫酸在催化剂存在下将样品中有机氮转化成铵盐,利用如图所示装置处理铵盐,然后通过滴定测量。已知:





回答下列问题:

(1) a 的作用是_____。(2分)

[SOLO 层级]本小题考查实验装置的作用, 仅需从实验基本操作安全角度, 注意到“水蒸气发生装置”的压强问题, 无需关联其他素材信息即可解决, 故其 SOLO 思维结构具有“单点结构”特征, 属 U 层级。

[LPs 层级]从上述分析可知该问题所涉实验能力属“2.1 了解实验室一般事故的预防和处理方法”故 LPs 层级为 2。

[难度值] $f = 1 \times 2 = 2$

(2) b 中放入少量碎瓷片的目的是_____。

f 的名称是_____。(2分)

[SOLO 层级]本小题考查常见实验药品、仪器的名称和作用, 无需与实验背景素材关联即可依经验解决, 故其 SOLO 思维结构具有“单点结构”特征, 属 U 层级。

[LPs 层级]从上述分析可知本小题所涉实验能力属“1.1 了解实验室常用仪器的主要用途和使用方法”故 LPs 层级为 1。

[难度值] $f = 1 \times 1 = 1$

(3) 清洗仪器: g 中加蒸馏水: 打开 k_1 , 关闭 k_2 、 k_3 , 加热 b, 蒸气充满管路; 停止加热, 关闭 k_1 , g 中蒸馏水倒吸进入 c, 原因是_____; 打开 k_2 , 放掉水, 重复操作 2~3 次。(2分)

[SOLO 层级]本小题考查根据实验操作原理对实验现象进行解释。该问题的核心信息“倒吸现象”与初中化学实验中的“倒吸现象”, 并无原理上的区别, 根据原理, 再结合实验操作、装置结构等三方信息, 即可推断并描述倒吸的原因。故其 SOLO 思维结构具有“多点结构”特征, 属于 M

层级。

[LPs 层级]从上述分析可知本小题所涉实验能力属“3.3 描述和解释实验现象”, LPs 层级为 3。

[难度值] $f = 2 \times 3 = 6$

(4) 仪器清洗后, g 中加入硼酸 (H_3BO_3) 和指示剂, 铵盐试样由 d 注入 e, 随后注入氢氧化钠溶液, 用蒸馏水冲洗 d, 关闭 k_3 , d 中保留少量水, 打开 k_1 , 加热 b, 使水蒸气进入 e。(6分)

& d 中保留少量水的目的是

分布如
约有第
2分;
述总难
*总=
.40。
力结构

国I卷
级、LPs
结果分



结构

全国
3.1、3.2
再加上选择
2.4 则一共涉及
项,突显了全国卷对
面性的特点。

从分值占比和考查频
类型进行归类分析,可以
LPs 结构(图3)中“水平3
用”层级的分值占比非常突
51.7%、73.4%,而这其中
“3.1 根据实验要求选择实验
法(含原因说明)”和
现象、实验原理等。这说
又呈

4.1
从实验能力的考查方式上
试题所架构的丰富、陌生的实验
类型实验知识与能力间的融会

#&

题

其分值占比依次为 14.3%、57.2%、60%。试题的思维结构复杂程度呈现出明显的上升趋势,在具体试题中表现在两个方面:一是对信息间的关联与综合应用能力要求高;二是对隐含信息的挖掘与推导能力要求高,需在创新型实验情境中应用联想、预测、假设等方式实现“超越经验”地迁移。

4.2 教学建议

4.2.1 知识立意层面的教学建议

从考查范围的全面性和侧重性可以看出,全国卷在知识立意层面不仅没有弱化“双基”的迹象,反而是强化了对实验基础知识(原理)的理解表达和实验基本技能的实践考查。如 2017 年第 26 题的“凯氏定氮法测定蛋白质中的氮含量”实验,整道题除了最后一小题关于实验数据处理的问题偏理论外,其余问题的设置都是基于实验装置及操作过程的理解而进行。

全面性与侧重性两方面的综合考查,对解决纸面实验考查难以测查学生实验动手能力的弊端有很大的作用,这也是一种重要的导向作用。基于这点,我们的日常实验教学应落实好化学实验作为一项技能、方法、手段的基本功能定位,切实提升学生的基本实验素养。毕竟任何能力或素养的提升都离不开知识与技能这两块基石。

4.2.2 能力立意层面的教学建议

通过对试题分析中那些高难度值问题进行分析,可以发现造成难度大的原因除所涉实验能力的 LPs 层级较高以外,还存在着“关系-表征复杂性模型”中的“关系复杂性”问题。即,考生从信息到目标拟定解决方案的过程中存在着 SOLO 思维性障碍,难以提取有效信息进行加工、整合来解决问题。主要表现在两个方面:一是陌生实验背景造成的实验目的、原理、装置、操作等要素的理解障碍;二是问题关系复杂造成的信息提取和关联障碍。

基于这点,我们的日常实验教学一方面要突出问题导向的教学预设和教学生成,重视基于开放性问题上发散性思维能力的培养;另一方面要

突出实验科学特点的教学,重视陌生实验情境下的探究性思维能力的培养,全面提升学生的科学探究的实验意识和实验能力。

4.2.3 素养立意层面的教学建议

背景创新化、原理隐性化、装置复杂化、操作过载化……如何准确地提取有效信息,灵活地把“经验性”的知识与能力迁移到实验情境中,实现实验流程和原理的综合理解,成为考生面临的巨大困难。如前述分析,全国卷实验试题所具有的高阶 SOLO 思维倾向特点,很大程度上就体现在试题的创新氛围中,要求在创新情境中联想、预测、假设进行“超越经验”的迁移,强调对隐性信息和内容的挖掘与推理能力的考查。这与“适度体现学生发展核心素养及学科素养”^[7]的命题思想是相吻合的,体现了对化学核心素养框架中的“证据推理与模型认知”及“科学探究与创新意识”的考查。

基于这点,我们的日常实验教学需要立足“创新”,重视实验的创新改进思维,重视构建创新的实验教学环境,培养学生的创新实验意识和能力,提升学生的综合实验素养。

参考文献:

- [1] 辛自强. 关系-表征复杂性模型的检验[J]. 心理学报, 2003, (4): 504~513.
- [2] John B. Biggs, Kevin F. Collis. 高凌飏等译. 学习质量评价: SOLO 分类理论——可观察的学习成果结构[M]. 北京: 人民教育出版社, 2010: 27~30.
- [3] 皇甫倩, 常珊珊, 王后雄. 美国学习进阶的研究进展及启示[J]. 外国中小学教育, 2015, (8): 53~59.
- [4] 杨玉琴. 化学学科能力及其测评研究[D]. 上海: 华东师范大学博士学位论文, 2012.
- [5] 中华人民共和国教育部制定. 普通高中化学课程标准(实验)[S]. 北京: 人民教育出版社, 2003: 7~30.
- [6] 教育部考试中心. 2017 年普通高等学校招生全国统一考试大纲·理科[M]. 北京: 高等教育出版社, 2016: 131~137.
- [7] 单旭峰. 在继承的基础上探索创新——2017 年高考全国卷化学试题解读[J]. 中学化学教学参考, 2017, (7): 59~61.