

“六步”教研：化学核心素养在试题评价中“成型” ——以“物质及其变化”为例

褚幼萍

(浙江苍南中学 浙江 温州 325800)

摘要:通过团队教研探索日常试题评价由传统模式向素养检测转型的实践路径。以“物质及其变化”为题材,围绕“如何让化学核心素养在试题中‘成型’”进行了系列教研活动,分为“准备—命题—析题—磨题—检测—教学”六个环节,对应承担着“说”素养、“探”素养、“显”素养、“落”素养、“评”素养和“补”素养六个不同任务,构成了一个循环的评价系统,也回答了日常学习评价“为什么考”“考什么”和“怎么考”的问题。

关键词:“六步”教研;核心素养;学习评价;试题;物质及其变化

文章编号:1002-2201(2023)03-0060-05

中图分类号:G632.479

文献标识码:B

一、学科核心素养导向的试题教研背景

《普通高中化学课程标准(2017年版2020年修订)》^{[1]74}明确提出了“素养为本”的化学学习评价观。由于长期受传统评价理念的影响,市面上大量的纸质试题仍没有摆脱应试教育的藩篱(见表1),造成了日常教学评价与顶层设计(“素养为本”教育评价^{[1]78})相脱节的困境。

表1 传统化学试题和基于核心素养导向的化学试题评价差异调查分析

试题类型	传统的化学试题	基于核心素养导向的化学试题
命题依据	考试大纲及考试说明	中国高考评价体系 and 说明
命题主旨	静态知识和解题能力考查	核心价值引领,落实立德树人
考查内容	“双基”到位,能力和素养缺失	“双基”是能力和素养的载体
情境	无情境或者情境是理想模型	真实的情境
试题信息	数据信息杜撰且单一,理论与实际脱节	信息要吻合科学性和综合性,理论联系实际
问题角度	关键信息是给予的,解答角度明晰,照搬应用就行	化学信息自己提炼,思考角度自定,创新性应用
学习力考查	细枝末节的知识记忆偏多,机械刷题奏效	重思维经历,重问题解决,题海战术低效
评价指标	定量测量	定量兼顾定性评价

与高考评价体系的“一核”——立德树人,服务选才,引导教学^{[2]6}相比,日常学习评价在回答“为什么考”时偏重于“全体发展,诊断发现,测评教学”的成分。因此,如何在新高考评价改革的背景下,结合日常学习评价的独特功能重构试题评价模式,已成为各学校教研组面临的新课题(一线教师在日常试题命制时一般是以备课组、教研组等团队为单位协作完成)。笔者所参与的课题小组正是在这样的背景下组建的,研究的目标就是解决教师群体在转型阶段面临的无抓手、无范式的难题。课题组经历了两年多的实践,探索出一种适合团队试题教研的可行性路径。本文以人教版必修第一册第一章“物质及其变化”^{[2]5-12}为例,介绍小组如何通过“六步”教研让学科核心素养在试题评价中“成型”,也为教师团队实践试题评价变革提供一种操作范式。

二、基于学科核心素养“成型”的试题教研流程

团队试题教研活动主要包括“准备——命题——析题——磨题——检测——教学”六个环节,每个环节对化学核心素养的“成型”各自承担着特定的作用,分别为“说”素养、“探”素养、“显”素养、“落”素养、“评”素养和“补”素养六个任务。前五个环节汇总出的信息会在教学中得到反馈。当然,课堂教学素材(包括生成性资源)又可以转化为试题资源,六个环节形成了如图1所示的循环程序。

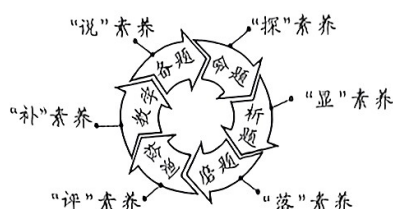


图1 落实化学核心素养的“六步”试题教研

下面将逐一介绍每个环节的具体操作。

1. 文本研读“说”素养

第一个环节也是准备阶段,要求结合“课程标准”^{[1]89-90}与教材^[3],精准地“说”出本章节教材对学科核心素养的发展要求,以此作为后续环节的理论依据。表2是小组整理罗列的相关要点。

表2 基于核心素养评价视角提炼本章节的素养考查要求

角度	素养考查要求
教材主题	必修第一册第一章“物质及其变化”
学业质量水平 1-2 要求	能从不同视角对典型的物质及其主要变化进行分类;能认识离子反应和氧化还原反应的本质,能结合实例书写离子方程式和氧化还原反应化学方程式
教学定位	学业水平考试等级
核心素养	宏观辨识与微观探析、证据推理与模型认知、变化观念与平衡思想
基本观念	分类观、微粒观和变化观
关键能力	理解与辨析分类依据及分类结果、离子反应和氧化还原反应的本质;分析与推测物质的氧化/还原性;归纳与论证某些电离过程、离子反应/氧化还原反应的现象与结果;探究与创新某些简单的实验方案
核心知识	物质的分类及基本转化规律、离子反应和氧化还原反应

参照高考评价体系的“四层”——必备知识、关键能力、学科素养、核心价值^{[2]6-7},表2回答了日常试题评价时“考什么”的问题,厘清了本章节的素养维度、基本观念、关键能力与核心知识,也就明确了测评的主要内容,聚焦了试题选材的方向和问题设计的要点,最终提高了教师试题命制的有效性和针对性。

2. 命题选材“探”素养

要将表2中的理论框架转化成基于化学核心素养的试题评价,选材肯定是非常关键的。鉴于教师日常

工作时的命题条件及能力,大家认为可以核心知识为抓手,大致确定问题方向,然后依次寻找合适的情境素材。这是一种相对快捷的逆向“合成”试题路径,但对情境素材的解读与应用就相对偏向于收敛型思考。下面呈现一组员的作品,并说明团队试题研究的路径。

一线教师在命题时,“双基”检测常常是强项,“能力和素养”的考查设置是短板。如下命题选用了学术探索情境和日常生活情境承载起对物质的分类、反应类型的判断等显性知识的考查和对“宏观辨识与微观探析”“证据推理”“实验探究”等隐性素养的评价,要求学生理解与辨析情境信息,从物质类别或者化合价角度对物质性质及反应产物等做出识别判断,已初步达成了由“知识立意”向“素养立意”转型的变革性探索。当然,本次命题经历也给大家一个启示,即建立“情境素材—素养/能力—核心知识”的试题资源库,打造一条“正向合成路径”的命题模式,即随时积累素材情境并记录命题灵感,以增加试题评价的发散性和灵活性。

1. 中国科学技术大学钱逸泰教授等以 CCl_4 和金属钠为原料,在 $700\text{ }^\circ\text{C}$ 时制造出纳米级金刚石粉末。该成果发表在世界权威的《科学》杂志上,立刻被科学家们高度评价为“稻草变黄金”。同学们对此有下列一些理解,其中错误的是(C)。

- A. 金刚石是碳元素众多同素异形体中的一种
- B. CCl_4 属于有机化合物
- C. 将该金刚石粉末均匀分散在玻璃中不可以形成胶体
- D. 该反应属于氧化还原反应

2. 菠菜是常见的蔬菜,含有大量的草酸($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$)。完成下列问题:

(1)推测草酸的性质,说明理由并设计探究方案。

可能性质	猜测理由	选择试剂	预期现象
—	—	—	—
—	—	—	—

(2)现实验室中用 C 与 Fe_2O_3 共热一段时间后收集生成的气体,请设计实验方案验证该气体产物中含碳物质的价态。

气体产物的成分及理由:_____。

实验方案:_____。



3. 析题模板“显”素养

怎样才能外显并评析试题对学科核心素养的考查效果呢?首先可以借助“命题框架”^{[1]3}的三要素快速定性分析:真实情境、实际问题和化学知识;其次依照“水平层级”^{[1]5}进行量化评估。除此之外,还有哪些项目能彰显试题的功能价值呢?查询了解读高考试题的不同角度:基于高考评价体系角度分析必备知识、关键能力、学科核心素养/层级与核心价值^[3-5],利用 SOLO 分类法的结构模型对知识的掌握程度进行评价^[6],统计学科核心素养的维度及水平的分布状况研究高考试题,结合化学学科能力表现的九个维度解码高考试题^[7]等。立足于一线教师的视角,大家认为情境信息的类型、知识模块的归属、实际解决的问题、SOLO 分类评价、核心素养具体内容等是我们更关心的项目,于是研制了如表 3 所示的评析模板。

表 3 析题模板片段

项目	内容
情境特点	非教材出处;文字信息型素材;陌生度适中
题型	单选题、填空题
实际问题	题 1:金刚石制备反应原理、物质类别和分散系类型的分析;题 2:草酸的性质预测和分解产物的探究方案
知识模块	内容主要来源必修 1 第一章
SOLO 分类	题 1:单点结构要求;题 2:多点结构要求
学科能力	题 1:辨识记忆、概括关联能力;题 2:概括关联,推论预测,简单设计
素养维度及水平层级	题 1:宏观辨识与微观探析 水平 1—能从物质的宏观特征入手对物质及其反应进行分类;水平 2—能根据实验现象归纳物质及其反应的类型 题 2:模型认知的水平 1—能识别化学中常见的化学反应的理论模型,能将化学事实与理论模型之间进行关联和合理匹配;科学探究的水平 2—能对简单化学问题的解决提出可能的假设,依据假设设计实验方案,基于实验事实得出结论

4. 磨题修正“落”素养

磨题是在评析的基础上讨论如何将素养测评进一步“落”入试题中去。与高考评价体系的“四翼”

(指明了“怎么考”的问题)—基础性、综合性、应用性和创新性^{[2]6-7}相比,日常学业评价体系更注重过程性、发展性、开放性和全面性。基于此,大家提出三点修改意见:一是加强情境与问题的关联度。题 1 中前三个选项的思考是不需要通过题干解读即可完成的,那么,情境成了“虚置”,素养和能力的考查也就被“架空”了。因此,需要在选项中融入题干信息,让判断依附于信息解读,从而赋予情境“实置”性的价值。二是加强解题思路和素养水平的外显功能。题 1 是选择题,学生可以基于经验性猜想或仅对其中一项进行识别而给出答案,因而认知水平并没有完全彰显。可以灵活融合两种题型,以更全面获得学生的真实信息,如可增加“阐述”要求,外显学生的思维过程。题 2 中后一题“探究碳与氧化铁的产物成分”情境同样也难以评价对氧化还原反应的考查目标,学生可根据元素直接认定为 CO、CO₂。事实上,前一题“草酸”可以继续作为本题的考查素材,显得更具整体性。三是加强试题评价的发展性功能。题 1 素材中“钾代替钠”充分体现着下一章“元素及其化合物”中“认识化学变化是有条件的、有规律、可调控”的重要思想,也能预埋“元素周期律”的核心知识,但选项中均没有对此进行考查,割裂了前后知识的关系;题 2 中“预测草酸性质”具有一定的开放性,但是只设置“两行表格”显然过于局限,可增设表格但提示“可不填满”,更能区分出不同学生不同素养维度上的发展水平差异或追踪学生不同阶段学习认知的变化轨迹。基于这三点,修改后的题目如下:

1. 中国科学技术大学钱逸泰教授等以 CCl₄ 和金属钠为原料,在 700 °C 时制造出纳米级金刚石粉末。该成果发表在世界权威的《科学》杂志上,立刻被科学家们高度评价为“稻草变黄金”。同学们对此有下列一些理解,其中错误的是(C)。

A. 纳米级金刚石可能具备天然钻石所没有的性能

分析思路:_____。

B. 题中的“稻草”是指 CCl₄,它属于有机化合物

C. 在反应机理中 CCl₄ 被氧化

分析思路:_____。

D. 利用金属钾也可能会实现上述碳的转化

分析思路:_____。



2. 菠菜是常见的蔬菜, 含有大量的草酸($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$)。完成下列问题:

(1) 推测草酸的性质, 说明理由并设计探究方案(可不填满)。

可能性质	猜测理由	选择试剂	预期现象
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—

表4 学生代表的“题1”测评结果记录

学生	选择 答案	分析思路		
		A 项	C 项	D 项
甲	B	天然钻石与纳米金刚石的物质组成不同, 微粒大小也不同, 故纳米金刚石有天然钻石所没有的性质	C 由 CCl_4 中的 -4 价转化为单质中的 0 价, 化合价升高, 发生了氧化反应	因为 K 和 Na 都是活泼金属, 化学性质相似, 可能都能实现上述转化
乙	C	两种物质原子大小不同, 性质可能不同	CCl_4 中 C 为 +4 价, 生成的 C 单质为 0 价, 化合价降低	/
丙	C	纳米级金刚石属于胶体, 可发生丁达尔现象	碳由 +4 价变为 0 价, 被还原; Na 具有还原性	/
丁	C	纳米金刚石的颗粒大小与天然钻石不同, 可能存在新性能	CCl_4 中 C 呈 +4 价, 由于反应物生成的金刚石为单质, 化合价为 0, 所以化合价就下降, 为氧化剂, 被还原	钾的金属活动性高于钠, 因此其还原性更强, 也可能实现上述转化

对学生测评结果及教学启示继续进行分析, 结果如表5所示。

表5 学生的测评结果分析及对教学的启示

学生的测评结果分析	对后续教学的启示
生甲: 观念准确, 组成与化合价判断都不准确, 不得分	以观念为指导, 加强概念练习, 促进知识的准确表达
生乙: 微粒组成判断错误, 没有达到“从不同层次认识物质……”的素养水平, 但得分	应加强素养内涵与核心观念的理解, 弄清物质
生丙: 未能准确地依据分类标准来认识胶体, 但得分	研究体系, 培养分析问题的思路, 进而准确运用
生丁: 素养观念、分析思路和表述都准确, 得分	知识来解决问题

“阐述”要求的增设暴露出学生的知识水平与素养水平可能并不是完全匹配的, 实际得分也不一定就

(2) 已知草酸晶体($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)易分解: 实验室中加热草酸晶体, 一段时间后收集气体, 请分析气体产物的可能成分及其理由, 并设计实验方案进行验证。

气体产物的成分及理由: _____。

实验方案: _____。

5. 学生检测“评”素养

以本校(浙江省重点中学)高一两个平行班的学生为研究对象, 选取了四类典型的答题案例进行展示, 如表4所示。

能评价出学生学习结果的差异。比如, 由表5中的甲生对选项A的分析思路来看, 他已经认识到了“微粒大小对性质的差异”, 但却误判“天然钻石与纳米金刚石的组成不同”; 另外, 他在分析选项“C”时, 能准确利用氧化还原反应的规律去预测产物变化, 且思路也正确, 但是却写反了化合价的符号; 由选项“D”的理由阐述也能进一步证明该生事实上已经掌握了氧化还原反应的基本概念并能进行推理判断, 因此, 本题所要求的观念和素养甲生已经具备。反观乙生虽在A选项的解析时也犯了错误, 误从“原子大小”层面去分析不同金刚石性质的差异, 严格来说, 没有完全达成“宏观辨识与微观探析”素养内涵的要求, 但却能够得分。再看丙生和丁生, 虽均得分, 但二者对分类观或是胶体概念的掌握情况是有明显水平差异的。因此, 如果仅通过传统选择题形式以及赋分方式并不能为学生提供准确的分数意义以及今后的努力方向, 也不利于为教师的教学决策带来有效的信息。

表6是对题2测试结果的汇总。

表6 题2的典型错误和错因分析

问题序号	典型错误	错因分析
(1)	根据含有“H”判断其具有酸性	仅从宏观的元素视角判断性质,而不是从物质类别角度或者微观电离角度分析草酸的性质
(2)	根据含有“H、C”判断产物含有 H_2O 和 CO_2 或者是 CO_2 和 H_2	未能主动分析和关联碳的化合价,进而准确地利用氧化规律判断出产物为 CO_2 、 CO 和 H_2O

从表6可以看出试题增加了“开放性”,能追踪发现学生的素养差异:学生更多停留于宏观的视角认识物质的性质,缺少微观视角;学生通过本章节学习强化了“元素观”,但“价态观”比较欠缺或者说尚未形成稳定的“价-类”两个视角(SOLO分类为多点结构或关联结构)的认知模式,这需要在后面章节的学习继续完善。

6. 教学设计“补”素养

高考试题对教学具有反拨作用,优质的日常试题同样也能给课堂教学带来指示反馈。基于试题检测结果的实证性依据,大家认为需设计相应的学习任务对学生“补”素养教学。表7以“胶体”为载体,可训练上述乙生和丙生从宏观辨析与微观探析的素养维度、分类观角度学习学科概念。

表7 “胶体”教学中“补”素养

教学活动	设计意图
播放《原油的脱水过程》视频,提问: (1)说出涉及的分散系类型及其组成 (2)各种分散系中的微粒发生了怎样的变化 (3)从分散系性质的角度简述油水分离的原理	通过观察辨识一定条件下物质的形态及组成,区分出不同分散系的种类及其构成微粒 从宏观现象去微观探析不同分散系中的微粒成分变化 整体、深入地反思不同分散系的性质在解决实际问题中的应用

素养是在解决真实问题的过程中彰显和发展的。表7选择了石油化工场景作为教学素材,设置了开放性问题,关注学生思维能力和核心素养的培养,体现

了日常教学评价的过程性要素。当然,这部分素材在课堂上由于时空受限而不能完整地得以展现和应用时,也可以部分转化成试题资源。另外,学生还会在课堂上迸发出一些有价值的生成问题,也能为试题命制提供宝贵的思路,这就完成了课堂教学向日常试题评价的延伸,搭建出二者相互转化的通道。

三、学科核心素养导向的试题教研反思

课题组在后期还完成了试题命制模板的研制,如图2所示。

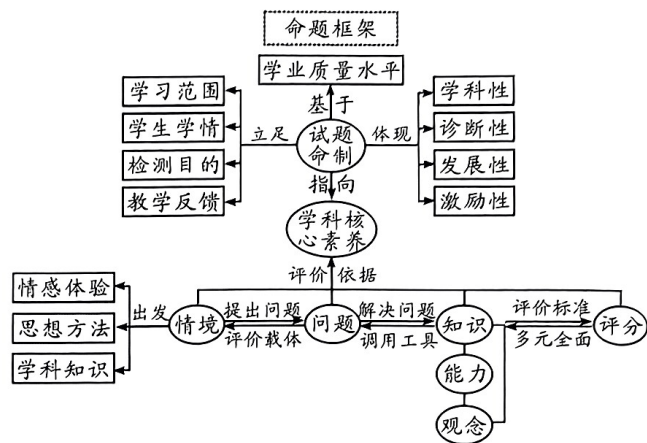


图2 基于日常学习评价的试题命制一般模型

与终结性评价相比,图2所示模板更凸显了诊断性、发展性、激励性的意图,能肩负起检测多种学习结果,为教师教学决策带来丰富的有用信息,更符合日常学习评价的功能。

从最初解读教材和课标,所有组员都要明确地“说”素养,再到命题选材“探”素养的考查,接着其他成员制作模板评析试题“显”素养,然后团队磨题“落”素养于试题中,再通过检测“评”学生的素养,最后在课堂教学中完成“补”素养的活动设计。这是一个逐步深入推进学科核心素养扎根于试题评价的过程,是命题团队由浅层“思”素养向精准“测”素养转型的研究路径,是将素养理论从头脑中的观念输出为试题作品的实践创作经历,由此形成的思考模式可以固化为组员今后自觉的意识和熟练的操作。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 普通高中化学课程标准(2017年2020年修订)[S]. 北京:人民教育出版社,2020.
- [2] 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.
- [3] 人民教育出版社,课程教材研究所,化学课程教材研究开发中心. 普通高中教科书化学必修第一册[M]. 北京:人民教育出版社,2019:6-20.