

基于 SOLO 分类评价与核心素养的化学教学设计^{*}

——以人教版必修 1 “金属的化学性质”为例

尤林颖, 谢永荣

(赣南师范大学化学化工学院, 江西赣州 341000)

摘要: 面对学生思维水平与认知水平的不同, 基于 SOLO 分类评价理论与核心素养设计化学教学。以人教版必修 1 “金属的化学性质”的教学为例, 通过分析学生掌握相关知识后可能提升的 SOLO 思维层次和核心素养设计教学内容。引导学生从金属的宏观辨识到原子微观结构分析, 观察发现金属的化学性质, 达到进一步提高思维层次和化学素养的教学目的。

关键词: SOLO 分类理论; 核心素养; 金属性质; 教学设计

文章编号: 1005-6629(2019)3-0050-06

中图分类号: G633.8

文献标识码: B

学生通过初三化学的初步学习后, 在高中的化学学习中逐渐形成不同的化学思维和化学素养。如何根据学生的思维水平和化学核心素养, 因材施教, 开展高中化学教学设计, 是一个很有实际意义的研究课题。目前, 关于单一从思维层次或化学素养方面开展的教学设计已屡见报道^[1~4], 但尚未看见将学生的思维层次和化学素养结合在一起思考, 进行教学设计的报道。

SOLO 是 “Structure of the Observed Learning Outcome” 的缩写, 意为可观察的学习结果的结构^[5,6], 它以等级描述为特征, 根据学生对于某个问题回答时表现出的思维, 将其划分为五个思维层次(见表 1)。教师可根据学生表现出来的思维

层次, 掌握教学情况。

化学核心素养包括宏观辨识与微观探析、变化观念与平衡思想、证据推理与模型认知、科学探究与创新意识、科学态度与社会责任五个方面, 反映了社会主义核心价值观下化学学科育人的基本要求, 全面展现了化学课程学习对学生未来发展的重要价值^[7]。

本文以人教版必修 1^[8] 中 “金属的化学性质” 的教学为例, 通过设计实验、分析结果、推导性质, 引导学生从宏观辨识到原子微观结构分析, 发现金属的通性。以问题链的方式, 激发和鼓励积极思考, 提高思维层次和化学素养。

表 1 SOLO 分类评价理论的五个思维层次

思维层次	定 义
前结构	对于问题, 学生没有思路, 不能解决问题。
单点结构	对于问题, 学生只能获取单一的信息, 思路简单, 无法给出全面的答案。
多点结构	学生从题意中, 能获取较多的信息, 从多角度解决问题, 但是无法将信息联系起来, 给出最佳的答案。
关联结构	学生能找到解决问题的多种方法, 给出正确全面的答案, 并将方法联系起来, 建构知识体系。
抽象拓展结构	对于问题, 学生能够掌握其原理, 在此基础上建构的知识体系理论化、抽象化, 拓展至解决其他相关问题或实际问题中, 深化问题本身的蕴意。

1 学情与教学内容分析

教师在课堂上所采用的各种教法必须根据学

生的水平来设计, 只有这样才能实现每一个学生的全面发展。以下是笔者对赣州多所普通中学高

^{*} 赣南师范大学学位与研究生教育教学改革研究项目(2016jg09)。

一学生进行学前测试情况的分析(见表2),以及人教版必修1^[9]相关知识内容展示(见图1)。

从表2可知,多数学生对于金属方面的知识

基本处在前结构水平、单点结构水平。已有认识多是从生活现象中总结以及学过的相关知识推测、猜想而来。

表2 金属的化学性质学前情况分析

序号	理论知识	认识程度	认识来源	SOLO 思维层次
1	金属物理性质	能够明确金属具有光泽、导电性和延展性	初中的金属性质章节	多点水平
2	金属钠	是金属	元素周期表	单点水平
3	金属和水的反应	金属不和水反应	生活中的实例	前结构水平
4	钠和氧气反应	钠和氧气反应生成氧化钠	从已学过的金属和氧气的反应猜想推测	单点结构

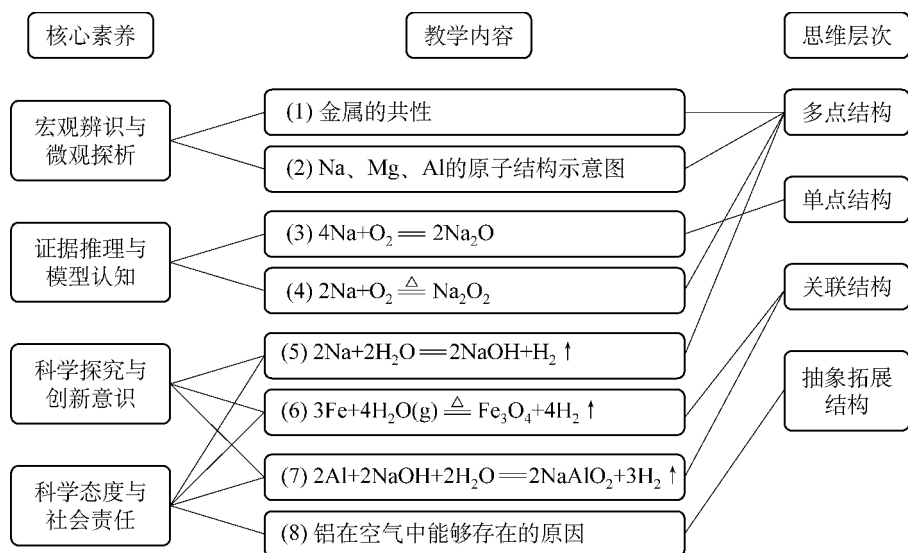


图1 人教版必修1 相关金属知识内容、核心素养和思维层次

如图1所示,针对知识内容进行思维层次划分,以便教师在教学中判断学生的思维水平,从而对学生的水平进行针对性的教学设计,培养他们的认知能力和化学素养。同时,在教学中注意不同水平层次之间的过渡桥梁构建,使学生能够逐步地向前发展。

2 教学目标分析

教学目标是教学活动的中心,是开展教学活动的依据。评价目标是以教学目标为基础,通过一系列的手段,对教学过程及结果进行测量与评估,从而进一步为后续教学目标的调整提供反馈的过程。教学目标与评价目标相辅相成,共同促进教学。

2.1 教学目标

(1) 学生应知道钠的物理性质。

(2) 学生能够掌握并熟练地进行钠与氧气反应实验,了解铝与氧气反应的实验。

(3) 学生通过对钠与水、铁与水以及铝与酸、碱溶液反应实验的探究,发现其化学反应的原理。

2.2 评价目标

(1) 通过教师与学生金属物质共性和钠、镁、铝原子结构的分析,确定学生认识金属钠的物理性质的水平,分辨学生的思维层次是否处于多点结构水平。

(2) 通过钠与氧气常温下反应的实验,引入钠与氧气在点燃情况下的实验和铝与氧气反应的实验,发展学生的实验探究能力,培养学生的科学探究素养,使学生的思维层次由单点结构逐步向多点结构、关联结构、抽象拓展结构发展。

(3) 通过钠与水、铁与水以及铝与酸、碱溶液

反应的实验探究,交流实验设计方案,分析学生的思维层次,培养学生的科学探究与创新意识。

3 教学过程

3.1 创设情境,从宏观与微观两个角度认识金属

[创设情境]同学们在日常生活中常常接触到各种金属物质,例如生活中的铁锅、银筷、铜丝等等。同学们能总结一下金属的共同物理性质有哪些?

[学生]不透明、有金属光泽、易导电、易导热、有延展性等。(能从物质的宏观特征对物质进行分类,表明学生已经达到素养1水平1^[10])

[回顾]画出Na、Mg、Al的原子结构示意图。(能够用图示描述物质的微观结构,表明学生已经达到素养1水平2)

(以上的问题若只能回答出一个知识点,属于单点结构,回答出多个知识点,属于多点结构)

[教师]分析其原子结构特点与金属的化学性质有什么关系?

[学生]三种原子电子层数相同、前两层电子数相同、最外层电子数不同。钠最外层只有一个电子,镁最外层有两个电子,铝最外层有三个电子。(单点结构,能够从物质的微观结构出发,分辨物质的差异,表明学生已经达到素养1水平2)

[教师]最外层电子数小于4的原子会发生什么情况?这与它的金属性是否有关?

[学生]钠最容易失去电子,镁与钠相比不易失去电子,与铝相比易失去电子。(多点结构)所以在金属活动性顺序表中,钠最活泼,其次是镁,再次是铝。(能够从物质的微观视角去分析与预测物质的性质,表明学生已经达到关联结构、素养1水平4)

设计意图:宏观辨识与微观探析的素养,要求学生能够从宏观与微观(原子)两个角度结合

来认识物质。有利于学生形成“结构决定性质,性质决定用途”的观念。教师以问题的方式,引导学生思考,逐步提高学生的思维水平,从单点结构向关联结构发展。

3.2 实验探究,从现象推测物质性质

3.2.1 金属钠与氧气反应

[教师]展示实物金属钠,请学生归纳钠的物理性质。钠是金属却可以用刀直接切割,钠为什么沉在煤油下方?钠为什么不能放在空气中?为什么不用水来保存钠?

[学生]回答的内容见表3。

表3 钠的性质

内 容	思维水平
钠质软	单点结构
钠的密度比煤油大	单点结构
钠的金属性强,会在常温下与水、氧气反应	多点结构

争焦点:钠的颜色是银白色?还是黄色?

[教师]我们大家都有吃过苹果的经历。削掉皮的苹果表层果肉是浅黄色的,但是过段时间后苹果的表层果肉颜色会呈现褐黄色。用刀切开苹果,苹果内部的果肉仍然是浅黄色。

[学生]苹果的果肉是浅黄色的。只是苹果表层果肉在空气中发生氧化反应,使得表层果肉颜色发生了变化。金属钠的颜色是银白色,呈现黄色的原因应该是金属钠和空气中的氧气在常温下发生了氧化反应。(关联结构)

[教师]请写出钠与氧气反应的化学方程式。

[学生] $4\text{Na} + \text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{O}$ (单点结构)

[教师]演示实验:将金属钠放在坩埚里加热。提问:请描述实验现象。写出反应的化学方程式。

[学生]回答的内容见表4。

表4 钠与氧气反应

内 容	思维水平	素养水平
实验现象:加热时,坩埚内产生黄色火焰,生成淡黄色固体。	单点结构	素养3水平1
推理:钠与氧气常温下反应产物氧化钠为白色。加热后产物是淡黄色,该物质不是氧化钠。	单点结构	素养2水平1 素养3水平1

续 表

内 容	思维水平	素养水平
推理: 根据原子结构,产物中钠元素应该是以+1价呈现的。	单点结构	素养3 水平2
推理: 氧原子最外层为6个电子,要形成8电子稳定结构,还需要2个电子。若是一个氧原子得到两个电子,就形成了-2价的氧。若是两个氧原子以共价键的形式共用2个电子,就形成了-1价的氧,即过氧根离子 O_2^{2-} 。因此,钠与氧气反应的淡黄色产物可能是过氧化钠,即 Na_2O_2 。	多点结构	素养1 水平4 素养2 水平4 素养3 水平2
证实: 将钠与氧气燃烧的产物与水反应,有气体产生。使用带火星的小木条验证该气体为氧气。再利用氧化还原反应原理,可得知该产物为过氧化钠。 $Na_2O + H_2O = 2NaOH$ $2Na_2O_2 + 2H_2O = 4NaOH + O_2 \uparrow$	关联结构	素养3 水平3 素养4 水平3
$2Na + O_2 \xrightarrow{\Delta} Na_2O_2$	多点结构	素养3 水平4

设计意图: 学生能发现钠与氧气反应条件不同,产物也不同。根据实验现象,利用所学的原子微观结构知识,进行对产物的假设、推理和证伪,

建立起 $Na + O_2 \begin{cases} \xrightarrow{\text{① 常温}} Na_2O \\ \xrightarrow{\text{② } \Delta} Na_2O_2 \xrightarrow{H_2O} O_2 \end{cases}$ 的知识模型,

充分体现了证据推理和模型认知的核心素养。同时教师的问题链^[11]引导学生思考的方向,将化学现象与生活现象相结合,让学生明白化学源于生

活,又能解释生活的秘密。逐步引导学生由钠的知识点引发思维进阶,由单点结构向关联结构前进。

3.2.2 金属铝与氧气反应

[科学探究]用坩埚钳分别夹住一块大小相同未打磨的和打磨过的铝箔,同时放在酒精灯外焰处加热并晃动。请描述实验现象并分析产生现象的原因。

[学生]回答的内容见表5。

表5 铝与氧气反应

内 容	思维水平	素养水平
现象: 两块铝箔都融化,但是融化的铝好像有一层膜兜着,并不滴落。	单点结构	素养4 水平1
铝是活泼金属,和空气中的氧气反应,形成氧化铝构成氧化膜将铝包裹在内,且氧化铝的熔点较高。因此融化的液态铝不会滴落下来。	多点结构	素养4 水平2
归纳: 金属最外层电子数较少,易失去电子,单质往往表现出还原性。因此金属除了能被氧气氧化以外,还能被氯气、硫等具有氧化性的物质氧化,产生相应的氯化物或硫化物。	关联结构	素养1 水平4 素养3 水平4
生活联系: 生活中常见铝制品,正是由于铝表面的氧化膜保护内在的铝,使得铝可以在空气中稳定存在。但是天然形成的氧化膜很薄,耐磨性和抗腐蚀性不够强,若要拓宽铝制品的适用范围,可以增加氧化膜的厚度或者改变氧化膜的结构和强度等,还可以对膜的颜色进行改变,使其更具观赏性。	抽象拓展结构	素养4 水平3 素养5 水平3

设计意图: 通过实验现象,引发学生思考,学生之间的交流讨论,能够相互促进各自的思维进阶^[12]。同时,激发学生对未知事物的探索意识,培养学生不断追求科学真理的精神,运用化学知识分析与解决实际问题,利用金属性质优化生活产品,全面体现科学态度与社会责任感的核心素养。

3.2.3 金属与水反应

[教师]金属能否与水反应?

[学生]不能。如果可以反应,生活中就不会用金属器皿来盛水。(前结构)

学生实验(3组): 1组在盛有200 mL蒸馏水的烧杯(500 mL)中滴2滴酚酞,而后加入绿豆般大小的钠;2组在盛有200 mL蒸馏水的烧

杯(500 mL)中放入5 g铁粉;3组将吸足水的硅胶和铁粉混合放置于试管底部(试管横放夹持于铁架台),塞好带玻璃导管的单孔橡皮塞,导管另一端放入盛有肥皂液的蒸发皿中。将酒精灯置于铁粉和硅胶的下方加热。经过一段时间后将

放在肥皂液中的导管取出,将点燃的火柴置于肥皂液的泡泡上。(多点结构、可以设计实验方案,组装实验仪器,完成实验操作,表明学生已经达到素养4水平2)

实验现象见表6。

表6 金属与水的反应

	现象	推理	思维水平	素养水平
1组	溶液变红; 钠浮在水面上;四处游动;慢慢融成小球,发出声响。	(1) 溶液变红说明有碱生成,根据元素守恒,应生成氢氧化钠。钠浮在水面上,说明钠的密度比水小。慢慢融成小球,说明钠的熔点很低。钠在水面游动发出声响,说明钠与水发生反应,并且产生了一种气体,推动着钠在水面上游动。 (2) 根据氧化还原反应化合价的变化,可推测出该气体为氢气。 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$	多点结构	素养1水平1 素养3水平2 素养4水平1 素养4水平2
2组	无明显变化。			
3组	肥皂液中冒出泡泡,将点燃的火柴与泡泡接触,产生蓝色的火焰并伴随着爆鸣声。	(1) 实验中产生泡泡,说明产生了气体。 (2) 实验中点燃气体的蓝色火焰并伴随着爆鸣声,说明气体是氢气。产物为黑色物质,应该是四氧化三铁。 (3) $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2 \uparrow$	单点结构 关联结构	素养4水平2 素养1水平1 素养4水平4
归纳		金属可以和水在特定的条件下发生反应。因此当火灾现场有大量金属钠存放时,要用沙子灭火,不能用水。	关联结构	素养3水平4 素养5水平1

3.2.4 铝和酸、碱溶液的反应

[教师]实验:在2支试管中分别加入5 mL盐酸和5 mL NaOH溶液,再分别加入1小块铝片。经过一段时间后,将点燃的小木条分别放在2支

试管口。提问:请观察实验现象并写出铝和氢氧化钠溶液反应的化学方程式。

[学生]回答的内容见表7。

表7 铝和酸、碱溶液反应

内 容		思维水平	素养水平
铝和酸、碱都可以反应 放出气体。		单点结构	素养 4 水平 1
Al 和 NaOH 反应的化学方程式：	$\text{Al} + 3\text{NaOH} \text{ === } 3\text{Na} + \text{Al}(\text{OH})_3$	前结构	素养 4 水平 2
	$2\text{Al} + 6\text{H}_2\text{O} \text{ === } 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2 \uparrow$	多点结构	素养 4 水平 2
	$2\text{Al} + 6\text{H}_2\text{O} \text{ === } 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2 \uparrow$ $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} \text{ === } \text{Na} [\text{Al}(\text{OH})_4]$	关联结构	素养 4 水平 2
归纳：金属在化学反应中 其元素的化合价都是由 0 价变为正价 被氧化 表现出金属的强还原性。		关联结构	素养 4 水平 3
铝制餐具不宜盛放酸、碱等食物。			素养 2 水平 4 素养 5 水平 3

[教师]由金属活动性顺序表可知,铝的活泼性弱于钠,因此 $\text{Al} + 3\text{NaOH} \longrightarrow 3\text{Na} + \text{Al}(\text{OH})_3$ 反应不可能发生。

设计意图:通过实验对问题进行讨论,教师通过学生的回答,了解学生的思维水平,便于教师在后续教学中有针对性地对学生个体进行指导。在小组的讨论与实践中,通过共同寻找答案,提高学生发现问题、解决问题和分析问题的能力,建构相关知识,培养学生的科学探究与创新意识核心素养。

4 反思

在教学实践中发现,一个班的学生思维层次往往参差不齐,本文根据学生共性与个性的特点,在“金属的化学性质”的教学中,注意因材施教,探析学生认知水平,了解学生的核心素养,具有重要的现实意义。学生结合金属的宏观与微观的探析,获得金属的物理性质;通过实验探究,从证据中推理分析金属的化学性质,培养实验精神、科学态度与创新意识,树立社会责任感,进一步提升了化学核心素养。基于 SOLO 分类评价理论与学生核心素养开展化学教学设计,比传统意义上的教学设计内容更丰富、针对性更强、教学效果更佳。可增强学生灵活性、独立思考能力以及发现问题、分析问题、解决问题的能力。在整个教学中

有利于集中学生的注意力,达到师生共同参与完成教学任务的目的。

参考文献:

- [1] 张虹. SOLO 分类理论在高一化学教学中的实践研究——以“物质的量”为例[D]. 西宁:青海师范大学硕士学位论文,2015.
- [2] 刘佳. SOLO 分类理论在高中化学教学设计中的应用研究[D]. 延吉:延边大学硕士学位论文,2017.
- [3] 王星乔,滕瑛巧,汪纪苗等. 基于化学核心素养的教学设计——以“铁及其化合物的应用”为例[J]. 化学教学,2017,(5): 51~55.
- [4] 吴君磊. 基于发展学生“模型认知”素养的教学设计——以苏教版“苯酚的性质和应用”为例[J]. 化学教学,2018,(1): 25~28.
- [5] 杨小丹. 基于 SOLO 分类理论的化学教学设计与实践研究[D]. 南昌:江西师范大学硕士学位论文,2016.
- [6] 刘志华,李佳. SOLO 分类理论在二维评价化学思维导图中的应用[J]. 化学教学,2015,(5): 40~44.
- [7] 中华人民共和国教育部制定. 普通高中化学课程标准[S]. 北京:人民教育出版社,2018.
- [8][9] 宋心琦主编. 普通高中课程标准实验教科书·化学1[M]. 北京:人民教育出版社,2007.
- [11] 丁沙,谢纯洁,李佳等. 基于 SOLO 分类理论的问题链在化学教学中的应用[J]. 化学教学,2017,(3): 54~57.
- [12] 付军,胡锋. SOLO 分类评价理论在高三化学复习中的应用[J]. 现代中小学教育,2017,33(8): 44~46.

《化学教学》投稿须知

各位作者、读者,欢迎您向《化学教学》投稿。在投稿时,请您务必注意以下几点:

- (1) 文章标题下应注明作者姓名、作者所在单位、单位所在省市、邮编,若需注明通讯作者,请在文章第1页下方标注通讯作者的邮箱。
- (2) 文章须配有中文摘要(150~200字)和关键词(3~5个)。
- (3) 文章篇幅一般要求3000~6000字。文章各级标题序号采用1、1.1、1.1.1等。
- (4) 插图须用绘图软件绘制,要求清晰、准确、规范。在插图的正下方须标明图序号和图题文。在表格正上方也须标明表序号和表题文。在正文中应有“见表1”或“见图1”等字样。
- (5) 量和单位符号的书写要符合国家标准,注意大小写、正斜体和角标等,如物理量符号均为斜体,单位符号均为正体。注意运算过程中物理量单位的正确表示。
- (6) 若为基金项目,请在文章第1页下方注明项目

名称、项目编号及基金来源。

(7) 参考文献须信息齐全、格式规范,并在文中引用处标注序号。例:

[1][法]埃德加·莫兰著. 陈一壮译. 复杂性理论与教育问题[M]. 北京:北京大学出版社,2004: 14~15, 24~25.

[2] 吴俊明. “学案”的基本任务、编制及其他[J]. 化学教学,2011,(1): 3~5.

(8) 必要时,本刊对来稿要作适当的删改,如不同意删改,务请在来稿时说明。

(9) 本刊严禁一稿多投,严禁抄袭。一经发现,将在本刊网站上予以公示。

(10) 本刊不接收纸质稿件。请登陆《化学教学》网站(<http://chemedu.ecnu.edu.cn>)实名注册、投稿。注册邮箱和手机号务必准确,以便与您及时联系。投稿前可先阅读网站首页的“投稿指南”和“系统使用”了解具体操作。