

【教学设计】

基于核心素养发展的初中化学 跨学科主题学习实践

——以“从人类社会的发展看金属的冶炼与应用”为例

薛磊 王伟群

【摘要】随着《义务教育课程方案(2022年版)》出台,旨在培养学生核心素养的课程改革进入了深化阶段,明确提出了进行跨学科主题学习(实践)活动的要求。选取初中化学(沪教版)中有关“金属的冶炼与应用”内容,以“从人类社会的发展看金属的冶炼与应用”为主题,分析义务教育阶段化学课程与历史课程相关内容,寻找两者在核心素养要求方面的融合点,探索跨学科主题学习的实践路径。

【关键词】初中化学;核心素养;跨学科;教学设计

一、问题提出

随着《义务教育课程方案(2022年版)》出台,以聚焦培养学生核心素养,体现正确价值观、必备品格和关键能力的义务教育教学改革进入深化阶段。课程的综合化、实践化是本次课程方案修订的一个重要内容,要求教学中“注重真实情境的创设,增强学生认识真实世界、解决真实问题的能力”^[1]。

学生遇到的真实问题往往比较复杂,大部分情况下无法用单一的学科观点来理解或解决,需要运用两个或更多的学科知识,采用多种思维方式、研究方法来解决综合性的问题^[2]。跨学科主题学习是指为培养跨学科素养而整合两种及两种以上学科内容开展学习的教学活动,具有综合性、实践性、探究性、

开放性、操作性等特点^[3]。可见,在初中化学教学中选择合适的情境素材,将其他学科的内容融入教学活动中,开展以促进学生掌握并运用学科观念,助力学生解决实际问题能力提升的跨学科主题学习是教学改革的必然趋势。

跨学科主题学习,不应停留在各学科知识内容的简单堆积,而在于落实学科素养的内在融合。对待同一个问题,尽管不同学科会从各自角度进行探讨研究,但其在学科素养方面却具有高度统一性。如历史学科核心素养为“唯物史观”“时空观念”“史料实证”“历史解释”“家国情怀”五个方面,与化学科学素养的“化学观念”“科学思维”“科学探究与实验”“科学态度与责任”存在相应的内在关联,如图1所示。鉴于此,研究选取沪教版《九年级化学(上)》

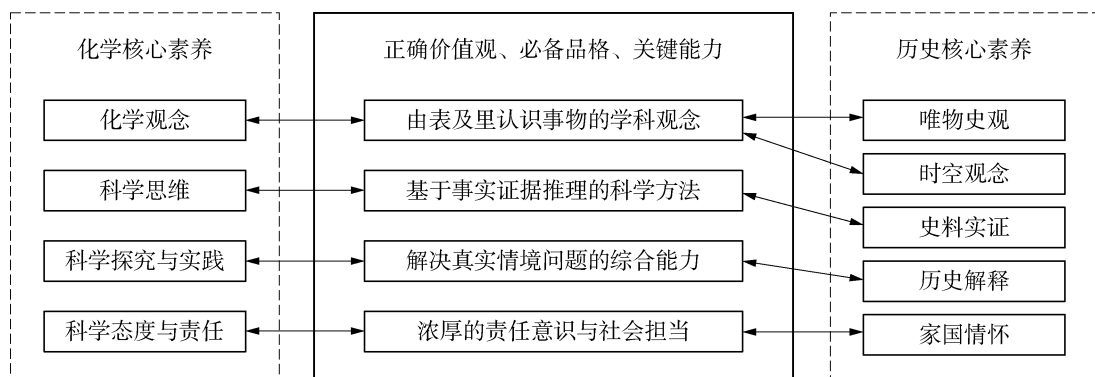


图1 义务教育阶段化学与历史学科核心素养的内在关联

第五章有关“金属的冶炼与应用”相关内容,将人类社会的发展过程中有关我国古代劳动人民冶金技术的史实融入教学活动,探索初中化学与历史的跨学科主题学习的实践路径。

二、教学内容分析

对义务教育阶段化学学科与历史学科的课程标准以及相关教学内容进行分析,能够发现两者之间存在紧密联系,如表 1 所示。将“金属冶炼的需求及工艺发展历程”作为引线,进行“人文科学角度理解人类社会的演进”与“自然科学角度理解科学技术发展的进程”结合的跨学科教学具有良好的可操作性。

三、教学目标

- (1) 结合有关考古事实的记载与金属性质的了解,对人类早期发现与利用金属材料进行合理推测,发展对物质世界的好奇心、想象力与探究欲。
- (2) 利用考古文献记录推测并模拟古代火法炼铜,探究古代冶炼金属的原理,并进行基于实验事实

的证据推理,认识劳动在人类社会发展中的重要作用,增强民族自豪感。

(3) 通过对比、归纳、整理等活动,体会外界环境及反应条件对物质变化的影响,初步形成条件控制意识,初步树立资源循环使用、绿色环保的发展理念。

四、教学思路

本节课围绕金属的冶炼,以“从人类社会发展看金属的冶炼与应用”为主题,按照如图 2 所示的教学思路将整个学习过程分为四个环节:从金属应用认识金属冶炼的意义、从物质转化认识金属冶炼的原理、从反应条件认识金属冶炼的工艺、从社会进步认识金属冶炼的发展。教学环节内在逻辑为“我们为什么要冶炼(金属冶炼的意义)”“我们可以从哪里获得金属(金属冶炼的原理)”“我们可以怎样获得金属(金属冶炼的工艺)”“我们如何理解科技发展史(金属冶炼的发展)”。

表 1 关于“金属的冶炼”化学与历史学科的教学内容分析^[4,5]

	化学学科(九年级)	历史学科(七年级)
课程 标准	知道大多数金属在自然界中是以金属矿物的形式存在的,体会化学方法在金属冶炼中的重要性;了解金属、金属材料在生产生活和社会发展中的重要作用;理解化学反应本质是原子的重新组合;理解质量守恒的微观本质,结合实例体会通过化学反应实现物质转化的意义和价值。	知道物质生产是人类生存和人类社会发展的基础;初步形成重证据的意识和处理历史信息的能力;了解中华文明对世界文明进步作出的突出贡献,初步树立构建人类命运共同体的意识。
教材 呈现	金属的性质与用途;金属元素的存在方式;金属的冶炼原理,高温条件下一氧化碳还原氧化铁实验,工业上高炉冶炼生铁的原料及原理。	商周时期,我国劳动人民已经掌握了冶炼青铜的比例与方法;春秋后期,铁器与牛耕的出现,促进了农业的深耕细作。

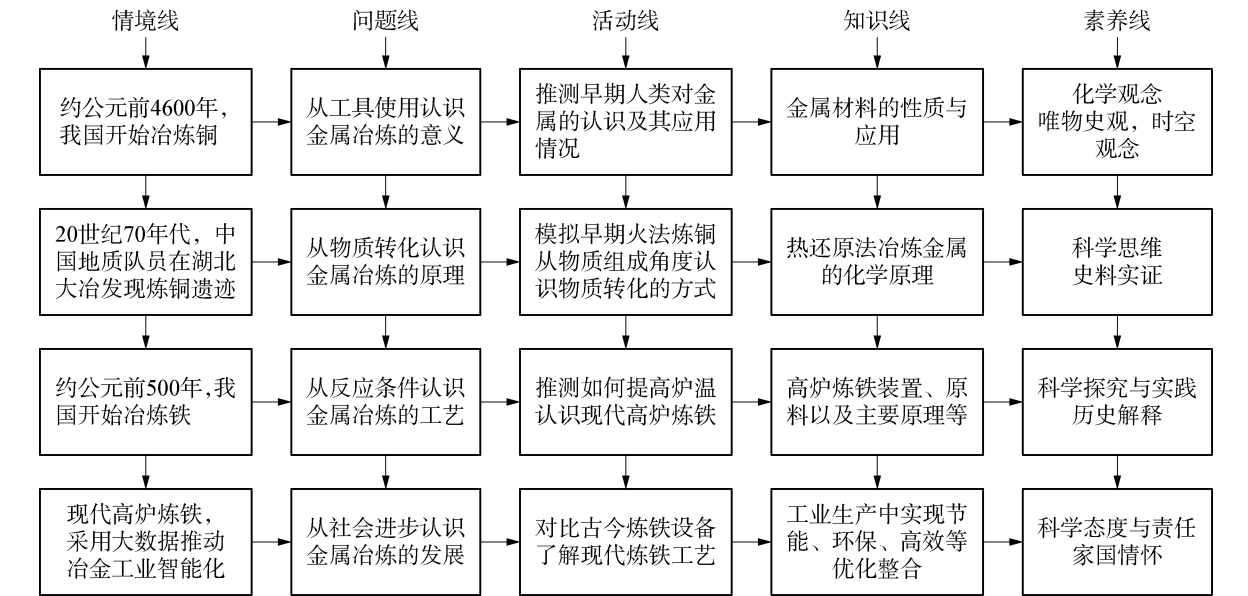


图 2 教学思路

五、教学流程

环节 1: 从工具使用认识金属冶炼的意义

[情境创设] 约公元前 4600 年, 我国开始冶炼铜。

[问题 1] 请同学们根据金属的性质进行合理推测, 原始人类有可能是怎样发现第一块金属铜的?

[学生回答] 可能是因为金属铜具有的颜色与其他石材不同, 也可能是金属铜敲打后不是碎裂而是形变吸引他们。

[追问] 你认为, 早期的人类会将这些天然存在的金属加工成什么?

[学生回答] 把它加工成小饰品, 也可能是小刀片……说不准。

[小结] 金属的无意发现是人类历史发展进程中的一个偶然事件, 但人类对金属的认识从外观到内在、从表层到深入却是一个必然的过程, 最终导致人类的生产工具发生变化。

设计意图: 历史学是在一定的历史观指导下叙述和阐释人类历史进程的学科^[6]。义务教育阶段要求学生能够根据真实可靠的史料进行解读, 客观、正确地认识历史。教师通过引导学生对早期人类“发现铜”和“加工铜”作合理推测: 一方面, 学生思考金属材料比天然石材具备更优良的性能以及提高农业耕作的生产力的原因, 增进学生对于“物质性质决定物质用途”的化学观念的理解; 另一方面, 通过金属材料的应用引发生产工具的变革, 帮助学生从“劳动在推动人类社会发展中的重要作用”的唯物史观的建立。

环节 2: 从物质转化认识金属冶炼的原理

[情境创设] 根据 20 世纪 70 年代的考古发现, 我国湖北大冶铜绿山古铜矿新石器时期的炊火遗迹中有铜珠这一事实。

[问题 2] 根据现有考古证据与化学知识, 我们能否推测出古人是如何将铜绿山附近的土转化为铜的?

[学生讨论] 由于是在炊火遗迹中发现铜, 推测反应条件应该是加热或高温, 而铜绿山附近的土含有碱式碳酸铜, 受热分解能够产生氧化铜。

[设问] 满足这些条件, 碱式碳酸铜能转变为铜吗? 我们不妨做一个实验看一看。

[小组实验 1] 将一定量的木炭粉与氧化铜粉末混合后, 放入试管中加热, 装置如图 3 所示。各小组

学生通过实验发现, 加热固体一段时间后, 澄清石灰水变浑浊, 冷却后发现试管内的黑色粉末变为红色固体。

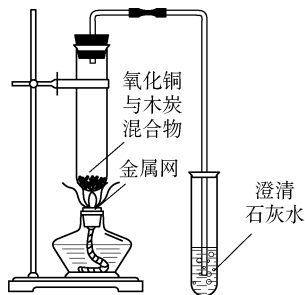


图 3 加热氧化铜与木炭混合粉末实验装置图

[学生讨论] 澄清石灰水变浑浊, 说明有二氧化碳生成。红色固体具有金属光泽, 说明有铜产生。因此能够初步推断出加热情况下, 木炭能与氧化铜反应生成铜和二氧化碳。

[展示] 《天工开物》等古籍中有关火炼法冶炼金属的记载。

[小结] 古代金属冶炼大部分均利用矿物与木炭混合加热的方法进行冶炼, 这也是符合当时科技发展的实际情况的。从现代化学角度来看, 这些冶炼方法都是在高温条件下, 利用碳、一氧化碳、氢气等物质将金属氧化物中的氧元素夺去, 形成金属单质和对应的氧化物 (CO 、 CO_2 或 H_2O), 我们称为“热还原法”。

[问题 3] 人类最早冶炼金属的历史年代, 如表 2 所示。请你推测一下, 为什么铜器大量使用的时期早于黄金、铁器?

表 2 人类最早冶炼金属的历史年代及相关信息

金属	元素符号	最早冶炼年代	金属熔点	地壳中含量
金	Au	约前 4500 年	1064.18℃	$5 \times 10^{-7} \%$
银	Ag	约前 4000 年	961.93℃	$7.5 \times 10^{-6} \%$
铜	Cu	约前 6000 年	1083.4℃	$5 \times 10^{-3} \%$
锡	Sn	约前 5000 年	231.9℃	$2.2 \times 10^{-4} \%$
铁	Fe	约前 500 年	1538℃	4.75%
锌	Zn	约 500 年	419.53℃	$7.5 \times 10^{-3} \%$

[学生讨论] 铜的冶炼年代比金早, 可能是因为在地球中金含量远小于铜, 所以很难被发现并使用。铁的冶炼年代比铜晚, 可能是因为铜的熔点比铁的熔点低, 容易冶炼和铸造; 铜的含量远大于金的含量, 容易大量获取矿石, 金属铜的化学性质比铁

稳定,冶炼难度比铁低等。

[追问]为什么说熔点低的金属容易冶炼?

[学生讨论]金属熔化后能够从原来的混合物中流出来,熔点低的金属就容易与其他杂质分离。

设计意图:借用“炊火遗迹发现金属铜”这一考古发现,引发学生对金属矿物转化为金属的方法思考;利用古籍中有关金属冶炼法的记载并通过实验模拟火法炼铜,使学生感受到古代劳动人民冶炼金属的智慧和不易。通过对物质元素组成的分析探讨物质转化的方式,引导学生从反应本质层面理解金属冶炼原理。同时,引导学生对金属冶炼年代的先后顺序的思考,使他们理解实现物质转化是一个多因素影响的复杂系统,受到金属性质、地理分布、客观需求等条件的影响或制约。

环节3:从反应条件认识金属冶炼的工艺

[情境创设]青铜冶炼技术的发展,冶炼金属的炉温得到了提高。春秋战国时期,人们在冶炼铜的过程中发现了铁,从而使炼铁成为可能。炼铁技术由块炼法转变为熔炼法,铁制农具使用范围的扩大,使得社会生产力显著提高,我国从而进入了铁器时代。

[问题4]从炼铜到炼铁,关键技术是炉温提高。请大家思考一下,我们可以通过哪些方式提高炉温、依据是什么?

[学生讨论]可以改用热值更高的燃料,使等量燃料完全燃烧时释放的热量更多;可以增加空气(氧气)的量或者增大反应物之间的接触面积,有利于燃料的完全燃烧;可以通过密封或隔热等方式减少反应过程中热量的散失。

[讲解]结合图片资料的展示对学生提出的方案作了肯定:(1)进风系统改进:西汉时期,我国已使用皮囊作为鼓风工具,之后出现水排等;(2)燃料种类改变:五代时期开始使用煤(石炭),明朝时期已开始使用焦炭作为熔炉炼铁的燃料;(3)通过粉碎矿石与燃料,并且相互混合,增大反应物接触面积;(4)高炉中密封体系的实现以及隔热材料的应用等;(5)现代高炉中使用的空气为热空气。

[问题5]现代高炉炼铁是在古代炼铁高炉的基础上逐渐发展起来的。请思考原料中的焦炭作用有哪些?

[学生讨论]焦炭是可燃物,点燃后能与空气中的氧气反应释放大量的热,为高炉炼铁提供高温

条件;在高温条件下,焦炭能够与二氧化碳化合形成一氧化碳,一氧化碳是还原剂,能够夺取铁的氧化物中的氧元素;高炉冶炼出的产品是生铁,生铁中碳元素的含量是焦炭提供的。

[追问]焦炭和一氧化碳都是还原剂,为什么生铁冶炼原理主要是一氧化碳与铁的氧化物反应而不是焦炭直接与铁的氧化物反应?

[学生讨论]焦炭是固体,一氧化碳是气体,气体和固体之间的接触面积要比固体和固体之间的接触面积大,反应更加容易且充分。

[追问]一氧化碳作为冶炼金属的还原剂,为什么需要通过两步反应产生,而不是直接由碳和氧气直接化合而得?

[学生讨论]高炉炼铁需要高温,而碳和氧气反应生成一氧化碳,是碳的不完全燃烧,燃烧速度慢,释放热量少。同时,从高炉示意图上可知,焦炭燃烧部位附近有大量热空气通入,属于氧气充足的富氧状态,发生的是完全燃烧。

设计意图:通过引发学生思考并解决“如何提高炉温”这一问题,引导学生从化学反应条件的角度思考如何控制化学反应,增强学生利用化学知识解决实际问题的意识,提高学生从化学学科的角度对金属冶炼技术发展的认识与理解。结合历史资料的呈现和阅览,使学生能在特定时空条件下考查历史和理解历史,增进对广大劳动人民在劳动中积累经验、创造价值的认同。

环节4:从社会进步认识金属冶炼的发展

[情境创设]随着现代社会的高速发展,现代高炉炼铁不但需要考虑经济效益,更需要兼顾环境效益。我国研究与应用高炉大数据,推动智能炼铁技术的发展。

[问题6]对照分析古代高炉与现代高炉的装置构造(如下页图4)、投料方式以及产物种类等,思考现代高炉炼铁工业如何实现兼顾经济效益与环境效益的高质量生产模式。

[学生讨论]炉身提高使得原料投放量增多,生铁的日生产量也相应得到提高;投料方式由堆放法改为顶部添加,固体下落过程中与上升的热气流相遇能够使得反应物之间充分接触;生铁取出方式由砸炉取铁改为开闸放铁,不但能够实现连续生产,而且能够节约能源与资源;高炉煤气和炉渣由直接排放改为回收利用,能够充分利用资源与能源等。

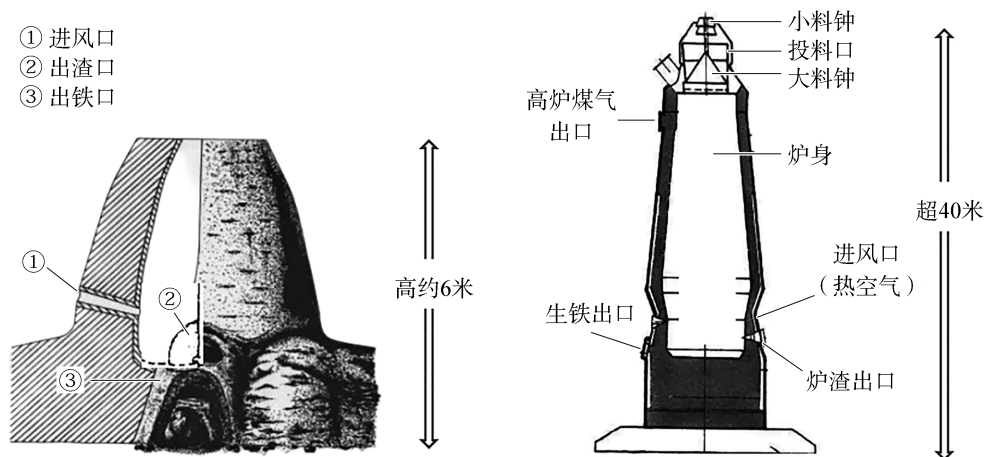


图4 汉代古荣炼铁高炉复原图(左)和现代高炉示意图(右)

[小结]在现代工业中,经济效益与环境效益同等重要。现代社会的进步,微观技术的突破以及大数据的发展,让我们的冶炼金属工艺愈加绿色环保、节能高效。

设计意图:人类社会的进步推动科学技术的革新,科学技术的发展同时也对人类社会的发展提供更大的推力。在现代社会中,在生产过程中对于“环境问题”“资源问题”等方面的考虑是不可回避的。通过古今高炉炼铁工艺对比,利用实际问题的分析过程增强学生的时代责任感、历史使命感与民族自豪感。

六、教学效果与反思

以“从人类历史发展角度看金属的冶炼”为主题的跨学科学习,借助文献及史实创设的历史情境拉近学生与科学和历史之间的距离,帮助学生从学科本原上理解学科知识,将学科知识与生活、社会融合而进行意义建构,通过真实情境下的问题思考,促进学生学科知识的迁移与应用,提升思维的广度与深度,从而达到知识的结构化、立体化、素养化。

(一) 依托冶金考古发现,增强证据推理意识

无论是化学学习,还是历史研究,学生均需具备重证据的意识,能够基于可信事实或证据以验证猜想、假设是否合目的合规律的事实性材料、原理性知识、学科性观念等^[7]。通过创设沉浸式的历史场景,以“根据湖北大冶铜绿山附近发现铜珠推测古代冶炼铜的方式”等问题,引发学生结合当时人类社会水平以及附近环境条件等因素进行思考,推测出冶炼的原料及反应条件等,并且通过模

拟实验收集的证据来对推测进行验证。学生在实际问题的解决过程中,真正感受到科学探究中的“假设”并不是毫无根据的猜测,而是基于证据的科学推测。

(二) 借助可信史料文献,完善概念认知结构

史料是认识历史进程的主要依据,也是了解科学技术的重要载体。在教学活动中,学生通过对真实可信的史料文献进行学科性的解码加工,并运用比较、分类、分析、综合、归纳等科学分析手段将各信息片段建立逻辑联结,从而达到理解文本信息的目的^[8]。该跨学科主题学习中分别安排了“人类使用金属的历史年代”和“古今炼铁高炉示意图”分析的学生活动,不但能够引导学生基于事实与逻辑进行独立思考,对不同信息、观点与结论进行质疑和判断,而且能提高对于史料的识读能力,对在特定的历史背景下的对事物的认识作出客观评价。通过突破学科壁垒为学生提供一崭新视角认识“物质的转化与应用(化学学科)”与“社会变革(历史学科)”这两个大概念,完善跨学科概念的认知结构。

(三) 结合历史发展进程,理解科学发展路径

任何事物都是在特定的、具体的时间和空间条件下存在的,只有在特定的时空框架中,才可能对史实有准确的理解^[9]。英国惠威尔曾提出“科学史教育可以有效地融合人文科学和自然科学”^[10]。“金属的冶炼与应用的历史发展”不仅让学生体会人类认识物质、利用物质以及创造物质的历程,感受材料应用过程中经历“从无到有”“从有到精”“从精到新”这几个阶段,更能理解科学研究所经历的“观察

思考”“实验论证”“理论研究”“突破创新”等关键步骤。学生从人类社会发 展进程的角度认识到历史偶然性与必然性之间的联系,增进对广大劳动人民是物质生成的主要承担者和历史的创造者的历史唯物观的理解。

(四)拓展学科理解视野,赋能师生共同成长

学生接触跨学科主题学习时,明显感受到与“分科教学”的不同:在问题解决的过程中需要融合多学科知识,适时切换学科视角,综合运用多种学科的核心知识、学科观念、思维方式等。如课堂中对于“博物馆中有较多青铜礼器和兵器收藏”讨论中,很多学生从化学角度考虑容易得出“青铜耐腐蚀,比铁器等耐腐蚀”的结论,而也有学生从历史学科角度回答“国之大事,在祀与戎”。在这个意义上来看,跨学科主题学习能够培养学生多视角观察和思考问题的品质。同时跨学科主题教学对于教师也提出了新的要求:主题内容的确立与设计、教学活动的组织与进行、学生表现的反馈与评价等环节,都需要教师能够真正提高认识,加强对学习课程标准的理解,深入了解学生背景,及时更新教育理念,主动开发教育资源。在课程开发的过程中,通过单学科及多学科等多种形式的教研活动的开展,提升教师对课程资源的整合力、开发力和创造力,不断提高教师的业务能力与专业素养。

(上接第 17 页)

[9] 杨水畅. 自然辩证法[M]. 北京:国防工业出版社,2009.

[10] 中华人民共和国教育部. 普通高中历史课程标准(2017 年版)[S]. 北京:人民教育出版社,2018.

[11] 毕华林,辛本春. 中学化学教材中化学史内容编排的思考[J]. 课程·教材·教法,2008,28(3):63-65,82.

[12] 张家治. 化学史教程[M]. 太原:山西教育出版社,2014.

[13] 董坤,许海云,罗瑞,王超,等. 科学与技术的关系分析研究综述[J]. 情报学报,2018,37(6):642-652.

[14] 杨承印. 化学课程与教学论[M]. 西安:陕西师范大学出版总社,2010.

[15] 李艳梅,郑长龙,李德才. 义务教育化学教科书中化学史教育内容的选择与呈现[J]. 化学教育,2007,28(5):61-63.

[16] 洪晓楠. 中国古代科技文化的特质[J]. 自然辩证法研究,1998,14(1):43-46.

[17] 刘真真. 化学史融入高中课堂的案例设计与实践研究[D]. 开封:河南大学,2019.

参考文献:

[1] 中华人民共和国教育部. 义务教育课程方案(2022 年版)[Z]. 北京:北京师范大学出版社,2022.

[2] 杜慧洁. 德国跨学科教学理念与教学设计分析[J]. 全球教育展望,2005,(8):28-32.

[3] 吴刚平. 跨学科主题学习的意义与设计思路[J]. 课程·教材·教法,2022,(9):53-55.

[4] 中华人民共和国教育部制定. 义务教育化学课程标准(2022 年版)[S]. 北京:北京师范大学出版社,2022.

[5][6][9] 中华人民共和国教育部制定. 义务教育历史课程标准(2022 年版)[S]. 北京:北京师范大学出版社,2022.

[7] 范梦怡,刘鹏. 聚焦“证据推理与模型认知”:内涵探析及其培育案例——以“葡萄糖”教学为例[J]. 化学教学,2022,(5):33-39.

[8][美]科拉·巴格利·马雷特等著. 裴新宁,王美,郑太年译. 人是如何学习的Ⅱ:学习者、境脉与文化[M]. 上海:华东师范大学出版社,2021:96.

[10] 单超,关明. 化学史教育与核心素养研究进展[J]. 教育观察,2019,(15):9-11.

【作者简介】薛磊,苏州市立达中学校;王伟群,苏州大学材料与化学化工学部(江苏 苏州 215000)。

【原文出处】《化学教学》(沪),2023. 7. 52 ~ 56,97

全球教育展望,2001,30(11):49-54.

[19] 蔡铁权,姜旭英. 我国科学教师专业发展中的科学史哲素养[J]. 全球教育展望,2008,37(8):77-82.

[20] 邓永财,李广洲. IHV——化学史教育的新方法[J]. 化学教育,2006,27(12):60-62.

[21] 张凤英,刘子忠. 化学史融入中学化学课程“四线式”教学模式的构建[J]. 化学教育,2019,40(17):50-57.

【作者简介】吴季,陕西师范大学化学化工学院(陕西 西安 710119);严文法(通讯作者),陕西师范大学化学化工学院,北京师范大学中国基础教育质量监测协同创新中心陕西师范大学分中心(陕西 西安 710119);万盈盈,陕西师范大学化学化工学院。

【原文出处】《化学教与学》(南京),2023. 9. 65 ~ 70,27

【基金项目】本文系陕西师范大学研究生教育教学改革研究项目“基于核心素养发展的化学专业学位案例教学与案例库建设研究”(GERP-20-38)的阶段性研究成果

[18] 丁邦平. 科学元勘与科学教学改革两种模式[J]. www.rdfyb.com/