

高中“化学反应与能量转化” 内容及呈现方式比较

——基于“能量与物质”跨学科概念的视角

韩 梅 任晓旭

摘 要 跨学科概念的研究对有效开展跨学科教学具有重要价值,“化学反应与能量转化”主题内容具有跨学科性。以美国 NGSS 中“能量与物质”为分析视角,以依据《普通高中化学课程标准(2017 年版)》编写的我国新三版高中化学必修教材中“化学反应与能量转化”主题内容为分析文本,从内容选取、图像、栏目设置三个角度进行“能量与物质”跨学科概念观点与跨学科性的比较分析,以期为高中化学教师更好地使用教材,开展“化学反应与能量转化”主题跨学科教学提供参考。

关键词 化学反应与能量转化 能量与物质 跨学科概念 高中化学教材

“化学反应与能量转化”是高中化学必修主题3“物质结构基础与化学反应规律”中的重要内容。化学反应伴随着能量的变化,能量的流动、转化及守恒不仅体现在化学学科中,在物理、生物、地理等学科中也有体现,有必要在“化学反应与能量转化”的教学中适时融入其他学科的知识,培养学生的“能量观”以及综合解决问题的能力。跨学科概念是对理科知识共通性的高度概括,是科学课程“整合”理念的重要体现^[1],对有效开展跨学科教学具有重要支撑作用。2013年,美国颁布的《新一代科学教育标准》(Next Generation Science Standards,以下简称 NGSS)中提出了四大学科领域的学科核心概念以及七大跨学科概念,“能量”是物质科学领域中重要的学科核心概念,“能量与物质”同时是七大跨学科概念之一^[2]。“能量与物质”跨学科概念能够为相关化学学科核心概念的学习提供一种认知支架,能够加深学生对相关学科核心概念的理解和应用,在化学教学中具有重要地位。

《普通高中化学课程标准(2017 年版)》(以下简称《新课标》)在“教材编写建议”中指出:“应适当融合跨学科知识,发展学生解决综合问题的能力”^{[3]83},虽未明确提及跨学科概念的

作者简介:韩梅(1979—),女,辽宁沈阳人,沈阳师范大学教师教育学院副教授,博士,硕士研究生导师,研究方向:学科课程与教学论、生态文明教育研究;任晓旭(1995—),女,辽宁铁岭人,沈阳师范大学硕士研究生,研究方向:化学教学研究。

基金项目:本文系中国教育学会2021年度教育科研专项重点课题“新时代中学生生态文明素养提升对策研究”(课题编号:21DY060605ZA)的阶段性研究成果。

表述,但是跨学科概念对于跨学科教学有效开展的价值不容质疑,即促进跨学科教学由知识层面上升到观念层面。高中化学教材是化学课程标准的直接体现^{[4]240},也是高中化学教师组织开展教学的主要依据^{[4]246},跨学科概念能否在科学教育中发挥作用,在某种程度上取决于教材对其落实的程度和形式^[5]。高中化学教材的编写体现“能量与物质”跨学科概念的融入,对学生建构完整的物质转化观、能量观具有积极价值。本文以 NGSS 中“能量与物质”跨学科概念的具体观点为视角,以依据《新课标》编写的三版必修教材中“化学反应与能量转化”相关章节内容为分析文本,对其内容及呈现方式进行比较分析,以期为高中化学教师更好地使用教材开展“化学反应与能量转化”的跨学科教学提供参考。

一、高中化学教材“化学反应与能量转化”内容的比较分析

(一)研究对象与分析框架

本文以依据《新课标》编写的人民教育出版社^[6](简称为“人教版”)、山东科学技术出版社^[7](简称为“鲁科版”)、江苏凤凰教育出版社^[8](简称为“苏教版”)三个版本普通高中化学必修教材中“化学反应与能量转化”主题内容为研究对象,以“能量与物质”跨学科概念具体观念为分析视角,比较分析三版必修教材中“化学反应与能量转化”主题的内容及其呈现方式,具体比较分析主要从体现“能量与物质”跨学科概念的三个具体观点的全面性、跨学科表述的显性程度、体现程度三个角度进行比较,体现越全面、显性度越强、程度越高,在落实“能量与物质”跨学科概念方面越具优势。研究对象与分析框架相关信息如表1所示。

表1 研究对象与分析框架相关信息

必修课程内容要求	出版社	教材相关章节	“能量与物质”观点 ^[9]
3.4 化学反应与能量转化: 认识物质具有能量,认识吸热反应与放热反应,了解化学反应体系能量改变与化学键的断裂和形成有关。知道化学反应可以实现化学能与其他能量形式的转化,以原电池为例认识化学能可以转化为电能,从氧化还原反应的角度初步认识原电池的工作原理。体会提高燃料的燃烧效率,开发高能清洁燃料和研制新型电池的重要性 ^{[3]18-19}	人民教育出版社 (2019年第1版)	第二册 6.1 化学反应与能量变化	①系统中能量和物质的变化可以用能量和物质流入、流出和在系统内流动来描述。(简称“能量流动”)
	江苏凤凰教育出版社 (2020年第1版)	第二册 6.2 化学反应中的热 6.3 化学能与电能的转化	②能量不能被创造或破坏,只能在一个地方和另一个地方之间,在物体和/或场之间,或在系统之间移动。(简称“能量转移”)
	山东科学技术出版社 (2019年第1版)	第二册 2.2 化学反应与能量转化	③封闭系统中的能量和物质总量是守恒的。(简称“能量守恒”)

注:人教版6.1代表第六章第一节,鲁科版2.1代表第二章第一节,苏教版6.2代表专题6第二单元。“能量与物质”观点中“能量驱动系统内和系统间物质的循环”在此部分未有明显体现,故未在表中列出。

(二)“化学反应与能量转化”内容的比较分析

基于“能量与物质”跨学科概念的视角,依据比较标准对必修课程主题3中“化学反应与能量转化”内容要求及与之相匹配的三版必修教材相关章节内容进行比较分析。在体现“能量与物质”跨学科概念三个具体观点的全面性方面,三版必修教材中“化学反应与能量转化”内容均涉及化学反应与热能(包括:放热反应、吸热反应,体系能量改变与化学键的关系、能源的合理利用)、化学反应与电能(包括:原电池的概念与原理、原电池的构成要件、化学电池)两部分,与《新课标》的相关内容要求具有高度的一致性,对“能量与物质”跨学科概念中的观点包括:①能量流动、②能量转移、③能量守恒均有所体现,其中观点③处于隐性层面,需要加以挖掘。具体来说,放热反应、吸热反应、体系能量改变与化学键的关系的内容主要体现了“能量与物质”跨学科概念的观点①③,化学能向热能以及电能的转化及应用主要体现了“能量与物质”跨学科概念的观点②。

在跨学科表述的显性度方面,“能量与物质”跨学科概念具有理科共通性,相关观点在物理、生物等学科中均有所体现。三版必修教材很少明确提出与物理、生物学科的关联,只有鲁科版教材在编写化学能转化为电能的知识时,明确提出了联系物理学科中的电路知识,其他两版教材主要以隐性的形式存在,需要教师在教学过程中积极建立与物理、生物学科的关联,帮助学生全面理解化学反应中能量的流动、转移与守恒。

在跨学科概念的体现程度方面,从内容所占篇幅与素材选取情况进行分析。三版必修教材“化学反应与能量转化”主题内容在编排、所占篇幅与素材选取稍有不同。苏教版对“能量与物质”跨学科概念的体现更为立体和饱满。从相关章节编排与所占篇幅来看,人教版、鲁科版相关内容集中分布于一节中,所占篇幅相当,分别为9页、7.5页;苏教版相关内容则分散在两节内容中,所占篇幅为13.5页,高于人教版、鲁科版,其中对化学反应与热能着墨较多,引入了吸热、放热的定量表示(热化学方程式)、热值、电解池的概念,对“能量与物质”跨学科概念的体现更为立体和饱满。从素材选取上来看,能源的合理利用方面,三版必修教材均选取了化石燃料(煤、石油、天然气)、新能源(太阳能、氢能)作为素材,人教版、苏教版还提及了风能等新能源的使用,其中苏教版、鲁科版均对氢能做了较为详尽的介绍,苏教版对太阳能的介绍也较为详尽。可见,苏教版在能源利用方面的素材选取稍具优势,对“能量与物质”跨学科概念具体观点的体现更为丰富、多元。

二、高中化学教材“化学反应与能量转化”内容呈现方式的比较

教材的课文系统、栏目系统、图像系统、习题系统之间的组配及功能的发挥是教科书呈现方式的主要体现方面^[10]。本文仅对三版高中化学必修教材中“化学反应与能量转化”相关内容的图像系统、栏目系统进行比较分析。

(一)“化学反应与能量转化”图像设置的比较分析

教材的图像系统具有形象直观化的表述作用,有助于激发学生的学习兴趣,增加感性认

识,还可以帮助学生提高分析与归纳能力^{[11][77]}。高中化学教材中的图像可分为图片和表格两类,其中图片按形式和功能又可分为实验图、实物图、示意图、生产生活图、肖像图、统计图等^{[11][91-94]}。示意图、生产生活图、实验图、实物图、统计图表均对“能量与物质”跨学科概念的建构起到一定的作用,据此对三版必修教材中“化学反应与能量转化”的图像设置(不包括整理类以及习题类栏目中的图像)统计如图1所示。

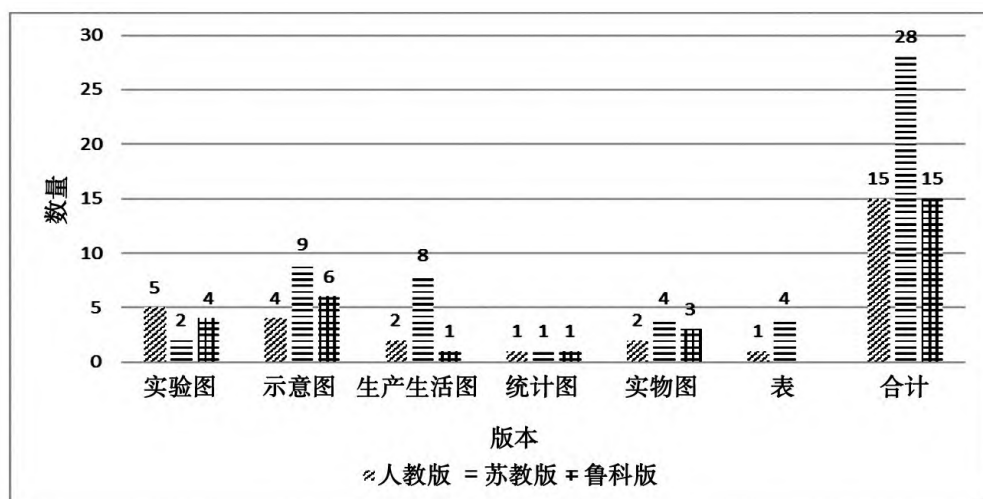


图1 三版必修教材“化学反应与能量转化”图像类型与数量统计图

从图1可以看出,三版必修教材在“化学反应与能量转化”内容方面,针对各自编排特点对各类型图像进行了有效的匹配,在一定程度上有助于理解“能量与物质”跨学科概念的具体观点。在图像总数方面,苏教版必修教材(28幅)明显高于人教版和鲁科版必修教材(均15幅),说明苏教版必修教材在呈现“化学反应与能量转化”相关内容时比较重视图像的选择与配置,在图像数量上具有一定的优势。在图像类型方面,人教版、鲁科版均是示意图和实验图数量较多,苏教版示意图和生产生活图数量较多。可以看出在“化学反应与能量转化”内容的图像配置方面,三版必修教材都比较重视示意图的使用,这与此部分内容的特点有关,示意图有助于学生理解能量转化的过程和“能量与物质”概念的建构。

三版必修教材的图像在一定程度上体现了“化学反应与能量转化”内容的跨学科性,其中示意图与其他学科的联系最多,能够帮助学生深入理解复杂的反应原理。例如,三版必修教材中原电池原理示意图展示了化学能转化为电能的过程,主要体现了“能量与物质”跨学科概念中的观点包括:①能量流动、②能量转移。在理解氧化还原反应的同时,运用物理学知识以帮助理解电子、电流、离子的定向移动以及闭合回路的构成,有助于学生理解原电池的工作原理,解决生活中遇到的综合问题。此外,从“能量与物质”跨学科概念视角,综合多门学科知识,借助实验图能够帮助学生理解实验中的发光、吸放热现象。通过真实的生产生活图,学生能够发现日常生产生活中所使用的物品、所遇到的问题需要综合运用多门

学科知识来创造与解决,进行跨学科教学。

(二)“化学反应与能量转化”栏目设置的比较分析

高中化学教材中设置的栏目既是课程内容的载体,也承载了转变学生的学习方式,落实学科核心素养培养的重要功能^[12]。不同的栏目承载着不同的价值和功能,教师应有针对性地加以利用,以获得理想的教学效果。人教版、苏教版、鲁科版三版必修教材在“化学反应与能量转化”主题的栏目设置从种类方面(分别为8种、8种、10种)和总数方面(分别为11个、14个、13个)均具有丰富性,体现“能量与物质”跨学科概念的栏目各有特色,具体分析如下。

人教版必修教材虽未设置专门的跨学科栏目,但其“研究与实践”(1个)、“信息搜索”(2个)栏目含有拓展学习内容的课题、项目研究和实践活动,教师可对其进行适度开发,开展跨学科教学。例如,本主题“研究与实践”栏目中研究课题是“了解车用能源”,通过此课题的研究能够培养学生从不同学科角度分析和比较不同燃料和能量转化方式的优劣,体会开发新的车用能源的重要意义。在分析与比较的过程中学生需要结合化学、物理、数学等学科知识,并能够深刻领悟“能量与物质”跨学科概念中观点②能量转移的意义。

苏教版必修教材涉及最多的栏目是“拓展视野”,出现次数达到了6次,其中4次出现在“化学能与电能的转化”这一节内容中,在栏目中涉及了许多物理学科的电路知识以及与现实生活的联系,对于教师综合物理与化学学科知识从“能量与物质”跨学科概念视角出发开展跨学科教学,提升学生解决生活中实际问题的能力具有重要作用;苏教版必修教材在栏目设置的亮点之一,即是设置了专门的跨学科栏目“跨学科链接”,体现了对跨学科教学的重视,但“化学反应与能量转化”主题内容并未设置“跨学科链接”栏目,教师可以适当利用“拓展视野”栏目进行跨学科教学。

鲁科版必修教材涉及最多的栏目是“活动探究”“交流研讨”“迁移应用”,出现次数均为2次,可让学生在探究、讨论、应用中体悟到化学反应过程中物质的转化以及能量的变化,对于激发学生的学习兴趣,提升探究能力、综合应用能力具有重要价值。鲁科版必修教材的特色性栏目是“微项目”,该栏目对于教师基于项目式学习开展跨学科教学、引导学生运用跨学科知识解决实际问题、融合发展学科核心素养具有重要价值。在“化学反应与能量转化”内容中“微项目”栏目的主题是“研究车用燃料及安全气囊—利用化学反应解决实际问题”,通过此课题的研究能够帮助学生建立化学反应中物质变化与能量变化的关联,在解决实际问题的同时体会到“能量与物质”跨学科概念中观点②能量转移、③能量守恒的内涵。

三、结论与教学启示

(一)结论

通过上述基于“能量与物质”跨学科概念的视角,三版必修教材中“化学反应与能量转化”主题的内容及呈现方式的比较分析,得出以下结论。

1.在“化学反应与能量转化”主题内容方面,与高中化学新课标具有较好的吻合度,对于“能量与物质”跨学科概念观点均有一定的体现,但对于具体观点的体现度存在差异。三版必修教材涉及的“化学反应与能量转化”内容基本一致,但编排方式、所占篇幅与素材选取稍有不同;对于“能量与物质”跨学科概念的具体观点的体现度存在差异,其中观点②体现最充分,观点①次之,观点③则需要引申;与其他学科建立关联的显性度层面,鲁科版教材在此方面稍具优势,其他两个版本教材主要以隐性的形式存在。

2.在“化学反应与能量转化”内容图像配置方面,图像数量与类型的组配有利于建立跨学科关联。图像数量上苏教版具有一定的优势,优于人教版、鲁科版教材;图像类型上三版必修教材均是示意图、实验图数量较多,苏教版的生产生活图数量也较多;图像类型的功能与“化学反应与能量转化”内容的特点做到了很好地匹配。其中,示意图更能体现“能量与物质”跨学科概念的观点,有利于建立跨学科关联。

3.在“化学反应与能量转化”内容栏目设置方面,三版必修教材在具体栏目的数量与类型匹配上存在差异,在相关跨学科栏目设计上各有特点。在跨学科栏目设计方面,苏教版必修教材专门设计了跨学科栏目“跨学科链接”,但是本主题未有设置,可适当利用“拓展视野”栏目;人教版必修教材可以利用“研究与实践”“信息搜索”栏目,鲁科版必修教材设计了特色栏目“微项目”,这三种栏目在“能量与物质”跨学科概念教学中均有重要价值。

(二)教学启示

结合上述三版必修教材中“化学反应与能量转化”内容及呈现方式的比较分析结论,得出如下教学启示与思考。

1.适当加强跨学科内容的体现度与显性度。三版必修教材对于“能量与物质”跨学科概念的三个具体观点均有一定的体现,但对于具体观点的体现程度存在差异。从完整把握“化学反应与能量转化”主题跨学科性的角度来说,对于具体观点的呈现应具有一定均衡性与全面性,因此针对体现度相对不足的具体观点,需要教师在教学中予以挖掘与提升,以便较为全面体现“能量与物质”跨学科概念的内涵。此外,“化学反应与能量转化”主题作为具有跨学科性的内容,应积极与物理、生物学科建立关联,三版必修教材对于跨学科内容体现的显性度和增强师生的跨学科意识具有重要作用,因此有必要适当关注跨学科内容的显性成分。化学教师在进行“化学反应与能量转化”主题教学时,需要在深刻、全面领悟“能量与物质”跨学科概念具体观点的基础上,积极挖掘教材中化学能与电能转化、能源合理利用的相关内容,建立与物理、生物学科的关联,进而深化对此跨学科概念内涵的理解,促进真实问题的解决。

2.合理利用图像功能开展跨学科教学。不同类型的图像具有不同的功能,三版必修教材在“化学反应与能量转化”主题相关内容的图像数量、类型的配置上均体现了丰富性,不同类型图像的功能与具体内容的特点也实现了很好的匹配,易于与其他学科建立关联,其

中示意图在“能量与物质”跨学科概念教学中更具优势。针对上述图像的特点,化学教师在开展“化学反应与能量转化”主题内容教学时,应合理选择与应用,积极发挥各类图像的应有价值。例如,三版必修教材中的原电池原理的结构示意图展示了化学能转化为电能的原理,直观地体现了“能量与物质”跨学科概念中的观点①②,此外理解原电池的工作原理不仅需要掌握氧化还原反应的知识,还需要联系物理学科中的电路知识。“化学反应与能量转化”主题相关图像所蕴含的知识具有跨学科性,需要教师在教学中予以充分发掘、有效利用。

3. 关注跨学科栏目的价值与有效使用。三版必修教材在“化学反应与能量转化”主题相关跨学科栏目设置方面各具特色。苏教版必修教材“拓展视野”栏目在本主题出现次数较多且便于与其他学科及生产生活相联系,可利用其进行跨学科教学,但苏教版专设的跨学科栏目“跨学科链接”在本主题未有体现;人教版、鲁科版虽未专设跨学科栏目,但人教版必修教材的“研究与实践”“信息搜索”以及鲁科版必修教材的“微项目”栏目,其中蕴含着跨学科教学因素。化学教师应该充分挖掘上述栏目的跨学科因素与价值,积极开展跨学科教学活动设计与教学实践,深化跨学科概念内涵的同时,促进综合解决问题能力的提升。例如,苏教版必修教材“拓展视野”栏目的一个主题是“太阳能及其利用”,体现了“能量与物质”跨学科概念中的观点②③,综合了化学、生物、物理等学科的知识解释太阳能向生物质、化学能、电能的转化,可为开展跨学科教学提供素材支撑。

[参 考 文 献]

- [1]王维臻,王磊.跨学科概念“能量”的含义和3种认识框架[J].化学教育(中英文),2020,41(23):40-45.
- [2]美国科学教育标准制定委员会.新一代科学教育标准[S].叶兆宁,杨元魁,周建中译.北京:中国科学技术出版社,2020:97-98.
- [3]中华人民共和国教育部.普通高中化学课程标准(2017年版)[S].北京:人民教育出版社,2018.
- [4]普通高中化学课程标准修订组.普通高中化学课程标准(2017年版)解读[M].北京:高等教育出版社,2018.
- [5]王维臻,张荣慧,钟晓媛.将跨学科概念融入化学教材:美国教材的做法[J].化学教学,2021(10):91-97.
- [6]人民教育出版社课程教材研究所.普通高中教科书·化学(必修·第二册)[M].北京:人民教育出版社,2019:32-40.
- [7]王磊,陈光巨.普通高中教科书·化学(必修·第二册)[M].济南:山东科学技术出版社,2019:46-53.
- [8]王祖浩.普通高中教科书·化学(必修·第二册)[M].南京:江苏凤凰教育出版社,2020:10-24.
- [9]刘脉.“能量与物质”交叉概念的跨学科透视[D].天津:天津师范大学硕士学位论文,2020:29.
- [10]韩梅,艾宁.人教版高中化学必修教科书的内容呈现方式特点分析[J].化学教育(中英文),2020,41(23):6-10.
- [11]王后雄.中学化学课程标准与教材分析[M].北京:科学出版社,2012.
- [12]韩梅,刘卓.高中化学环境教育内容及呈现方式分析:以人教版高中化学必修教科书为例[J].中小学教学研究,2020(3):12-16.

(责任编辑:姜显光)