

“化学反应速率与限度”大单元教学

樊清娟

(陕西省西咸新区秦汉中学 陕西 西安 712000)

摘要:大单元教学可以把零碎的知识进行整合,优化教学,获得化学核心知识;按照化学学科核心素养发展的进阶设计教学,培养学生的关键能力,落实化学学科核心素养。在教学设计过程中,教师可按照确立引领性学习主题、确立化学学科核心素养为导向的学习目标、完成指向能力素养进阶的系列学习活动、对学生深度学习的过程进行持续性评价四个阶段完成。

关键词:设计思想;内容分析;实践模型;教学实施;教学感悟

文章编号:1002-2201(2024)07-0016-04

中图分类号:G632.42

文献标识码:B

高中阶段的化学学习需要学生在学习必备知识和落实关键能力的基础上形成化学学习的思维习惯和思维能力,能运用科学发展观对生活和生产现象进行探究和分析,能运用已有知识解决生活中的实际问题,能够逐步完成进阶式学习目标,形成实验基本能力,为突破高层次专业发展打下坚实的基础。大单元教学注重知识的结构化、模型化,关注知识之间的联系,可以促进学生对知识的内化和观念的建构,使学生的能力和素养得到全方位的发展,实现指向学科核心素养的单元目标。实施基于化学深度学习的大单元教学,学生可以将核心知识内化,发展学科观念,锻炼科学思维,培养探究实践和创新能力,强化态度责任,实现全方位发展。

一、大单元教学的设计思想

物质变化和能量变化是化学反应的基本特征,与人类生活、生产活动密切相关,是化学学习中的基本理论基础。学生在初中学习了化学反应中的物质变化,初步认识了化学反应中的能量变化。本章内容力图与初中化学相关知识的宏观认知形成有效链接,使学生进一步对化学反应的相关知识进行微观理解,初步建立由表及里、由宏观到微观的进阶式认识观;在真实的情境中体验化学能与热能、电能的转化,拓展学生原有的化学反应认识视角,激发学习化学的兴趣,强化宏观辨识与微观探析、科学探究与创新意识、科学态度与社会责任等学科核心素养。

二、大单元教学内容分析

人教版高中化学必修第二册第六章主要介绍化学反应与能量,其中第一节介绍“化学反应与能量变化”。基于学生在初中阶段对化学反应的认知,教师对化学反应本质进行剖析,从生活实例出发,介绍“在化学反应中伴随能量变化”,从宏观到微观、从现象到本质对化学反应产生的能量变化的原因进行剖析。第二节重点介绍“化学反应速率与限度”。根据课标要求“体会从限度和快慢两个方面去认识和调控化学反应的重要性”的指引,本部分内容从了解化学反应快慢的物理量——化学反应速率开篇,进一步介绍可逆反应的含义和正逆反应速率的表示,理解可逆反应在一定条件下能达到化学平衡;衔接已有知识,层层深入,逐步形成对化学反应快慢和限度的清晰认识,同时了解化学反应平均速率的表示方法;通过实验探究影响化学反应速率的因素,认识化学变化是有条件的,学习运用变量控制的方法研究化学反应,了解控制反应条件在生产和科学研究中的作用等知识和能力目标。本章的体系结构如图1所示。

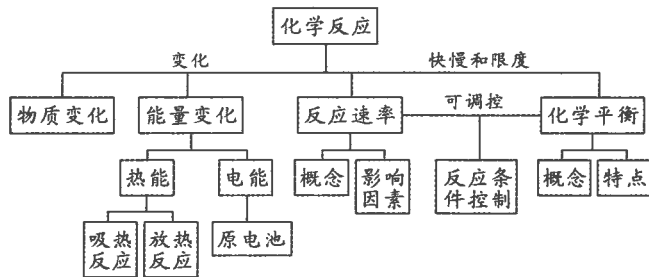


图1 化学反应与能量内容体系

三、指向化学深度学习的大单元教学实践模型

开展大单元教学可参照图2所示模型。

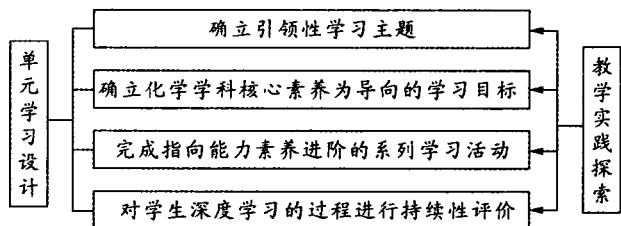


图2 大单元教学实践模型

四、指向化学深度学习的大单元教学实施

1. 确立引领性学习主题

(1) 课标分析。

本部分内容对应课标课程内容中的主题3，与主题1和主题5相关联。研究化学变化一般有两个维度，一是关注物质及能量的转化，二是关注化学变化的快慢、限度和方向。从本节课的维度研究化学变化，可以使我们更容易调控和利用化学反应。

(2) 学情分析。

学生在初中通过学习金属的化学性质，从感性的角度认识到化学反应有快慢之分；到了高一，在速率维度，他们知道温度、浓度、催化剂能影响反应速率，但认识视角缺乏定量化、科学化以及模型化；在限度维度，他们知道几个具体的可逆反应，但对可逆反应的整体认识是模糊的；在能力层面上，他们具备一定的方案设计能力，对“控制变量”并不陌生，但还需要发展多角度调控反应类实验的具体设计思路和操作办法。

(3) 确定引领性学习主题。

根据上述分析，将本单元的知识重点聚焦在两个问题上：如何“快”地进行化学反应，如何“多”地提高目标产物的产量。而实际生产中，我们要结合速率和限度，全方位地调控反应条件，实现又“快”又“多”地制备目标产物的目的。

因此，本单元结合实际化工生产，将引领性学习主题确定为基于速率和限度视角，依托宏微结合、变化平衡的思想认识工业制备硫酸条件的综合选择。

2. 确定核心素养为导向的学习目标

(1) 教学目标设计依据。

宏观辨识与微观探析：通过对实验现象的观察和原因探究，培养学生严谨细致的科学态度和质疑精神，通过同组合作实验和全班共同交流培养合作精神

和与他人沟通交流分享的精神。

证据推理与模型认知：通过在化学实验和日常生活中的现象，理解可逆反应和化学平衡状态的概念，培养实验观察能力及分析探究能力；通过体验科学探究的过程和化学研究的基本方法，培养自主学习的能力。

科学探究与创新意识：从现象和结构出发，设计探究方案，探究影响化学反应速率的因素，在探究中互利合作，培养团队精神。

科学态度与社会责任：激发学生透过现象探究本质的兴趣，尊重科学，认真学习科学的学习方法；通过参与探究过程，培养自身严谨的科学态度和辩证分析能力。

(2) 教学方法。

实验法、讲授法、讨论法、推理论法、探究法。

(3) 教学重点和难点。

重点：化学反应速率和影响化学反应速率的因素、化学平衡状态及其判断。

难点：外界条件对化学反应速率的影响、化学平衡状态的判断、生产条件的选择。

(4) 设计学习目标。

依据引领性学习主题、课程要求、学生的已有经验，我们把本单元第二节内容分割为两个课时完成。

课时1. 化学反应速率学习目标：

①通过对硫酸厂如何“快速”制备硫酸问题的解决，学习化学反应速率的含义及表示方法，知道影响化学反应速率的条件；通过化学反应速率的简单计算，体会定量的描述方法；初步学习调控化学反应速率的方法，发展证据推理与模型认知核心素养。

②合理利用变量控制的方法，借助实验探究影响化学反应速率的因素，培养学生根据条件推理、概括结果、分析规律的能力，发展学生科学探究与创新意识核心素养。

③通过解决硫酸厂“快速”制备硫酸问题，使学生能根据工业实际选择合适的条件调控反应速率，发展学生科学态度与社会责任核心素养。

课时2. 化学反应限度学习目标：

①通过硫酸厂如何“多”地制备硫酸问题的解决，建构可逆反应存在限度的认识角度；利用宏微结

合思想,建立并认识化学平衡状态及其特点,发展学生宏观辨识与微观探析核心素养和证据推理能力。

②通过实验体会可逆反应存在限度,理解化学平衡状态的特征,发展变化观念与平衡思想核心素养。

③通过解决硫酸厂既快又多生产硫酸的问题,发展认识化学反应的基本角度,充分认识控制反应条件对工业生产的重要作用,提升学生的社会责任感。

3. 大单元教学设计案例

第1课时:化学反应速率——工业上如何“快”地制备硫酸?

任务1. 初探快速制备硫酸的条件。

问题:你将选择怎样的条件加快造气阶段和氧化阶段的反应速率?

①造气: $4\text{FeS}_2(\text{s}) + 11\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 8\text{SO}_2(\text{g})$

②氧化: $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$

问题:结合生活经验和已有知识,以及所给的实验药品,如何通过实验证明你的选择?

任务2. 优化快速制备硫酸的条件。

问题:工业生产不具备可视化的条件,在硫酸生产工艺氧化工段的控制指标中,我们注意到有 SO_2 转化前后的体积分数这一数据,这对你表示化学反应的快慢有何启示?

问题:根据资料卡片,你将选择何种催化剂控制怎样的温度加快氧化阶段的反应速率?

资料卡片: SO_2 与 O_2 在催化剂表面接触反应。

①该反应使用催化剂可以极大地增大化学反应速率。如 $475\text{ }^\circ\text{C}$ 时,使用催化剂可以使反应速率提高一亿六千倍。

②铂:1831年由英国人P. Phillips提出使用,活化温度为 $300\sim 400\text{ }^\circ\text{C}$,催化效率高,但价格昂贵,容易受杂质影响,发生催化剂“中毒”,失去活性。

③五氧化二钒:1899年由R. Meyers提出使用,活化温度为 $400\sim 500\text{ }^\circ\text{C}$,催化效率可与Pt媲美,价格便宜,不易发生催化剂“中毒”。

问题:在实际化工生产过程中,我们发现,即使通入足够的氧气,让它反应足够长的时间,二氧化硫也始终有剩余,并且温度越高,剩得越多(见表1),这又是为什么呢?

表1 不同温度下烟气各成分含量

生产环节和温度	烟气成分(体积百分数)/%			
	SO_2	O_2	SO_3	N_2
进接触室	7	11	0	82
400 $^\circ\text{C}$	0.07	7.8	7.2	85
出接触室	0.4	8.0	6.8	84.8
600 $^\circ\text{C}$	1.8	8.6	5.4	84.2

第2课时:化学反应的限度——工业上如何“多”地制备硫酸?

任务1. 感知可逆反应存在限度。

问题:在模拟工业制备硫酸工艺中,科学家将 SO_2 与 $^{18}\text{O}_2$ 按一定比例混合通入 $500\text{ }^\circ\text{C}$ 、 101 kPa 、含催化剂的密闭容器中,在不同时刻抽取容器中的气体,经同位素示踪法检测,含 ^{18}O 的分子如表2所示,观察检测结果,请思考原因何在?

表2 不同时刻含 ^{18}O 的分子检测结果

不同时刻/s	含 ^{18}O 的分子
5	SO_2 、 O_2 、 SO_3 中都含 ^{18}O
10	SO_2 、 O_2 、 SO_3 中都含 ^{18}O
50	SO_2 、 O_2 、 SO_3 中都含 ^{18}O
100	SO_2 、 O_2 、 SO_3 中都含 ^{18}O
200	SO_2 、 O_2 、 SO_3 中都含 ^{18}O

问题:在 $500\text{ }^\circ\text{C}$ 、 101 kPa 条件下,将 2 mol SO_2 与 1 mol O_2 充入 1 L 密闭容器中反应,用气体传感器测得不同时刻各组分浓度如表3所示。观察数据,你能得出什么结论?

表3 反应过程中不同时刻各组分浓度

时间/min	$c(\text{SO}_2)/$ ($\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)	$c(\text{O}_2)/$ ($\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)	$c(\text{SO}_3)/$ ($\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)
0	2	1	0
10	1.4	0.7	0.6
20	1.0	0.5	1.0
30	0.7	0.35	1.3
40	0.4	0.2	1.6
50	0.2	0.1	1.8
60	0.2	0.1	1.8
70	0.2	0.1	1.8

问题: Fe^{3+} 与 I^- 能否发生化学反应?若能,是否为可逆反应?利用所给试剂和资料信息,小组合作,讨论设计实验方案。

试剂: $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ FeCl}_3$ 溶液、 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ KI}$ 溶液、 KSCN 溶液。

资料卡片: ① I_2 可以被有机溶剂 CCl_4 从水中提取出来, 且 I_2 的 CCl_4 溶液呈紫红色; ② CCl_4 密度大于水, 且与水不互溶。

任务2. 构建化学平衡状态模型。

画出表3对应的 $c-t$ 图, 参考 $c-t$ 图, 根据浓度 (c) 对化学反应速率 (v) 的影响, 以 SO_2 为例, 绘制正反应速率 ($v_{\text{正}}$) 和逆反应速率 ($v_{\text{逆}}$) 随时间 (t) 变化的趋势图, 思考 SO_2 催化氧化存在限度的原因。

任务3. 控制反应条件在生产生活中的应用。

问题: 在不同温度、压强下, 将 2 mol SO_2 与 1 mol O_2 充入密闭容器中进行反应, 发现 SO_3 的物质的量 (n) 随时间 (t) 的变化图像如图3所示, 思考: 温

度、压强对可逆反应限度是否有影响? 有什么影响?

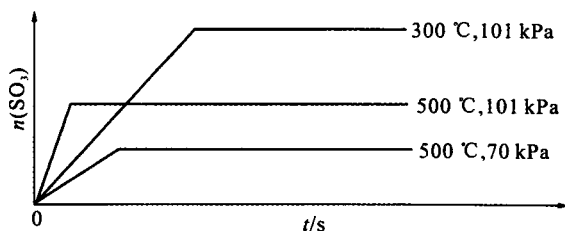


图3 $n(\text{SO}_3)$ 随 t 的变化

问题: 请大家利用本单元所学内容——化学反应速率与限度, 试分析在硫酸工业生产过程中, 如何高效率、低成本地生产 SO_3 ?

4. 持续性评价的设计

整个学习过程都需要对学生进行评价(见表4), 清楚学生的核心知识、学科思想方法、关键能力、必备品格、价值观念等发展情况。

表4 持续性评价的内容

要素	评价目标	评价标准	评价任务	评价方式
核心知识	化学反应快慢的计量、限度的认识及化学平衡状态的特征	A. 全面、正确认识反应快慢的计量表示以及化学平衡状态的特征 B. 对上述内容比较全面的认识, 存在局部错误 C. 错误率高	课上书写任务, 课下习题任务	课上的观测, 课下作业的反馈
设计影响速率因素的实验思路	从“控制变量”角度设计影响反应速率的因素	A. 自主设计实验, 在选择试剂条件时, 充分考虑“控制变量”思想 B. 经过提示设计实验, 但缺乏全面性 C. 不能从“控制变量”角度设计实验	课上设计活动, 课下相关的习题作业	课上的活动表现及反馈, 课下作业的反馈
科学论证能力	应用速率和限度进行工业制备硫酸条件的综合选择	A. 观点明确、资料充分, 从资料到观点的推理合理, 充分应用核心知识提供证据 B. 观点明确, 资料比较充分, 从资料到观点的推理有瑕疵, 局部应用核心知识提供证据 C. 观点正确, 资料基本充分, 缺少从资料到观点的推理, 基本没有应用核心知识提供证据	工业制备硫酸条件的综合性选择	综合评价量表, 课堂上观测学生的活动表现, 课下作业的反馈
科学态度与社会责任	依据制备硫酸条件的选择, 综合分析具体条件对社会、环境、经济等方面的影响	A. 自主依据工业实际从社会、环境、经济等多方面进行综合分析 B. 能从社会环境、经济等多方面进行全面分析, 但缺乏理论与实际结合的观念 C. 只停留在理论层面, 对实际应用缺乏认识	工业制备硫酸条件的综合性选择	综合评价量表, 课堂上观测学生的活动表现, 课下作业的反馈

五、教学感悟

高中化学大单元教学是从教学理念到教学行为的转化, 更符合“3+1+2”模式新高考选科, 能更好地引导学生深度学习, 能更好地落实化学学科核心素养。高中化学大单元教学是让学生从“掌握题型”到“提升能力”, 从“学会解题”到“学会思考”, 从“被动

学习”到“主动学习”最科学的实现方式, 是在新课程理念下打通教材的模块化教学的局限性, 克服传统教学片段式思路狭窄的束缚, 实现学生金字塔进阶式认知过程, 选拔培养真正的学科优秀人才的需要, 更符合新时代对人才的要求, 能更好地提高学生的社会竞争能力。