

# 指向学科关键能力培养的高三化学原理复习\*

——以“乙醇和水蒸气反应制备氢气”微项目为例

厦门第六中学 王朝晖

**摘要:**通过“化学反应原理”选修模块的项目式教学案例,以“乙醇和水蒸气反应制备氢气”为项目学习主题,以讨论生产条件的优化为项目学习活动,呈现了高三复习课的教学设计和实践过程。为在高三复习中培养学生学科关键能力的教学实践提供参考。

**关键词:**项目式教学;关键能力;高三化学;原理复习

化学反应速率及化学平衡理论是中学化学重要的核心知识,应用化学反应速率及化学平衡理论解决实际问题的高考常见题型,这类题以实际反应为背景,信息多以图像、表格数据的形式呈现。需要学生具备获取信息能力,理论联系实际能力和思维能力。这类题的考查直指化学学科的关键能力——分析问题和解决问题的能力。如何在高三复习中培养学生化学学科关键能力,应用项目式教学复习是有效途径。项目式教学是在真实情境下,让学生经历成果导向下的综合任务完成过程,对培养学生形成真实情境下的复杂问题解决思路、实践应用、迁移创新能力有独特的功能和价值。

## 1 项目学习主题的确立

“乙醇和水蒸气反应制备氢气”是基于项目式学习理论设计和实施的高三复习课程。以往高三的复习以知识梳理和习题讲练为主,本案例围绕“乙醇和水蒸气反应制备氢气”开展项目式学习活动,切实实现复习课的知识结构化,问题解决思路化,有效培养学生的学科关键能力。

### 1.1 教学内容在社会发展的实际应用价值

由于燃料电池的迅速发展,氢气作为清洁的二次能源将被广泛的应用。通过利用生物质或食品、畜牧业的废弃物发酵产生的乙醇是可再生的洁净能源。利用得到的乙醇来制备氢气对比传统用煤和水反应制备氢气,该方法可以减少对不可再生能源的依赖,同时乙醇制氢气中释放出来的 $\text{CO}_2$ 可以在植物生长过程中经光合作用形成闭合循环,亦即不增加温室气体,因此研究开发乙醇制氢技术对保护环境具有十分重要的意义<sup>[1]</sup>。

### 1.2 教学内容对学生学科核心素养发展的价值

从素养发展的角度看,“乙醇和水蒸气反应制备氢气”项目的学习有助于进一步发展学生的“变化观念与平衡思想”“证据推理和模型认知”“科学态度与社会责任”化学学科核心素养。从学科能力的角度看,化学平衡是高中化学学习的重点和难点,对其它平衡体系的学习具有重要的指导意义。构建化学反应的限度、平衡移动及速率的核心关联,综合利用平衡解决实际问题具有较大的挑战,能有效促进学生学科能力的发展和素养的形成。

### 1.3 项目教学目标

(1)通过探究温度、压强、水醇比的讨论探究反应理论适宜条件,培养探究能力;

(2)通过如何选择合适的催化剂,分析在实际生产中条件选择,提高解决实际问题的能力;

(3)通过在真实情景中的探究活动,进行多角度思考、基于证据的科学推理,形成运用热力学、动力学和工程思想系统解决问题的思维模型。

## 2 项目式任务及教学流程

### 2.1 项目设计思路

“能从多角度认识化学变化,能基于证据系统推理、分析解决问题,能对生产和生活中的化学问题提出创造性的建议”,这是新课标对当下化学教学的要求<sup>[2]</sup>。本节课设计基于上述要求,本着“基于真实情景”这一主线展开。从工业生产中重要原料氢气的制备引入新课,通过讨论、交流、指出现有方法的不足:不环保、能源消耗大。通过探究生物乙醇制备氢气的可行性讨论,让学生参与运用所学知识综合分析,解决实际问题的过程。通过项目活动帮助学生建立科学解决问题的基本途径和方法,培养基于证据系统分析、推理、解决问题能力,从而突破本节课难点。同时让学生体会科学探究过程中的科学精神,科学方法与工程化思想,使学生了解化学知识在生活中的应用,体会化学对经济、社会发展的重要贡献,激发学生学习化学的兴趣和热情。

### 2.2 项目教学流程

项目学习包含三个核心环节,即从能量及反应限度

\*2017年度福建省中青年教育科研项目(基础教育研究专项):高中化学模型认知素养的培养策略研究(JZ170384,福建教育学院资助)研究成果

的角度思考该反应开发利用的价值;从实际生产的角度思考如何选择适宜的反应条件;从工程、社会发展的角度形成解决问题的一般思路。按照这样的想法,为使学生能顺利完成学习任务,设计教学流程如表1所示。

表1 项目学习流程

项目活动	能力任务	设计意图
(1)从热力学角度分析	【分析解释】运用热力学知识分析乙醇与水反应制氢气的可行性。 【交流研讨】从热力学视角讨论适宜的生产条件。	(1) 从学生已知的知识入手,提出问题,激起认知冲突,搭建与新知识的联系。 (2) 懂得用 $\Delta G$ 判断反应是否自发。 (3) 能从平衡常数、转化率等多个角度分析,选择合适的反应条件。
(2)从动力学角度分析	【系统探究】从反应机理的角度分析催化剂的最优条件。 【概括关联】归纳催化剂对反应的影响和选择。	能从反应速度的角度,基于反应机理选择合适的催化剂。
(3)热力学、动力学研究的一般思路	【系统探究】多角度思考,总结工业上乙醇与水反应制氢气的最优化条件。	通过应用实例分析,让学生体会多角度分析并认识问题,总结解决问题的一般思路,感受到化学知识对现实生活与社会发展的重要贡献。

### 2.3 项目实施

项目实施以【学习活动】为例,学生在前面的复习中学习反应自发性的判断、平衡和速率的影响因素,对反应有一定的认知基础,且经过前一阶段的复习,积累了综合分析问题,解决问题的知识储备。学习活动具体实施过程如下。

【学习活动】:从热力学角度分析“乙醇与水反应制备氢气”的可行性。

【思考讨论】工业制备氢气有哪些方法?传统的这些方法有哪些不足。

【归纳总结】(1)水煤气法: $C+2H_2O=CO_2+2H_2$ ,煤炭是不可再生资源。

(2)电解水法: $2H_2O=2H_2+O_2$ ,电解得到100克氢气耗电5.62kWh,耗能大。

【问题 I】从热力学的角度分析乙醇、水蒸气制氢气的反应趋势。

【交流研讨】计算乙醇与水反应制备氢气的反应热,依据乙醇和氢气的燃烧热计算可得:

$C_2H_5OH(g)+3H_2O(g)=2CO_2(g)+6H_2(g)$ ,  $\Delta H=+225.6kJ\cdot mol^{-1}$ ,  $\Delta H > 0, \Delta S > 0$ 。

【结论】计算所得该反应是吸热反应,并且反应的熵是增加的,所以升温有利于反应朝自发方向进行。

【问题 II】从热力学的角度分析乙醇、水蒸气制氢气的平衡常数。

依据  $C_2H_5OH(g)+3H_2O(g)=2CO_2(g)+6H_2(g)$ ,  $\Delta H=+$

$$225.6kJ\cdot mol^{-1}, K_p = \frac{p(CO_2)^2 \cdot p(H_2)^6}{p(C_2H_5OH)p(H_2O)^3}$$

【结论】由于  $\Delta H > 0$ , 温度升高,  $K_p$  增大。

【问题 III】从热力学的角度分析,如何提高乙醇水蒸气制氢气的平衡转化率?(图中  $x_i$  为各物质在体系中的百分含量)

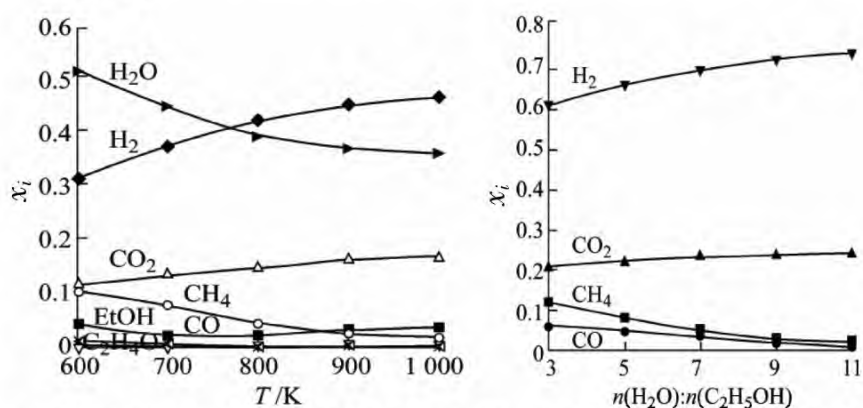


图1 温度对系统平衡的影响 图2 水醇比对系统平衡的影响

【结论】从图1可知,常压下,水醇比一定时,温度越高,平衡转化率越高,但生产实际中从能耗的角度考虑选择700~800K。从图2可知,常压下,相同温度下,水醇比越大,乙醇的平衡转化率越高,但水醇比为1:8以后转化率增加就不显著了,所以生产中一般选择水醇比为8。

【归纳总结】乙醇和水蒸气制备氢气适宜条件的选择。乙醇和水蒸气制备氢气是个体积增加的反应,虽然减压有利于平衡正向移动,但减压造成的浓度降低又会减低单位时间内的产率,所以生产实际中通常选择常压生产。所以,对于乙醇和水蒸气制备氢气适宜条件的选择,必须综合上述多个因素,多角度进行思考,综合分析后做出合理选择。

### 3 总结

项目式教学通过一系列驱动性任务,促使学生运用核心知识解决问题。面对从真实情境中凝练出来的若干问题,运用学科知识从多角度进行思考,实现复习课中“能力外显化、知识结构化、解决问题思路化”的功能。从而有效提高高三复习效率,提升学生在复杂环境下分析问题、解决问题的学科关键能力。微项目的开发可以基于新闻如里约奥运会泳池水变绿了引发消毒剂的讨论,也可以源自对实验异常现象的探究,或者源于试题、最新科研论文等。当然,困扰一线教师的是,开发一个项目耗时长,查资料、做实验、讨论教学设计都要耗费大量的精力和时间,客观上增大老师开发的难度,降低老师开发的意愿。

### 参考文献:

- [1]杨宇,马建新.乙醇水蒸汽重整制氢反应条件的优化[J].华东理工大学学报:自然科学版,2006,32(9):1081-1085.
- [2]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.