



概念的含义能够理解,但是在解决实际问题或习题时,仍会出现认知偏差,从而导致错解和失分.究其原因主要在于学生脑海中的知识过于零散,未形成完整有序的结构,无法理清各物理概念间内在联系,因而在解答问题的过程中会引起理解错误,甚至难以入手.概念图则将孤立、零散的知识点串联起来,清晰、简洁地呈现了知识间的相互联系,寓概念图于解题教学中,帮助学生拓展思维点,拓宽解题思路,提升学生解题能力.

**例** 如图3所示,空间有一水平匀强电场,在竖直平面内有一初速度为  $v_0$  的带电粒子,沿图中虚线由A运动到B,其能量变化情况说法正确的是( ).

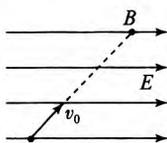


图3

- A 动能增加,重力势能增加,电势能减少;
- B 动能减少,重力势能增加,电势能减少;
- C 动能减少,重力势能增加,电势能增加;
- D 动能不变,重力势能增加,电势能减少

**分析** 本题是一道综合题,主要考查学生对动能、重力势能、电势能及电场力做功等相关知识的运用能力.许多学生在解该题时往往无从下手,此时,笔者引导学生从已知知识条件中寻找联系,分析几种能量变化与相应力做功之间的相互关系,建立概念图(如图4),从而找出解决问题的突破口和切入点,快速而准确解题.在该题中,粒子沿直线由A运动至B,则说明电场力和重力的合力与初速度方向相反,电场力方向向左,带电粒子做匀减速直线运动,故动能减少. B点比A点高,则意味着重力势能是增加的,电场力做负功,则说明电势能增加,因而选项C正确.

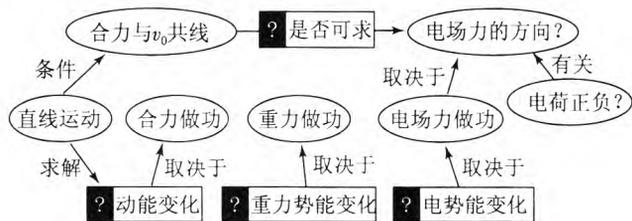


图4 审题概念图

总之,概念图作为一种有效的学习策略,对于深化学生知识理解,发展学生思维能力,提升学生自主学习能力有着积极的促进作用.在平时课堂教学中,教师要重视概念图的运用,立足教学实际,采取有效方法和策略,灵活巧妙地运用概念图优化课堂教学,改善教学质量,提高教学有效性.

(作者单位:江苏省滨海中学)

# “化学反应进行的方向” 教学案例赏析

◇ 北京 宋兆典<sup>1</sup> 指导教师 王 春<sup>2</sup>

## 1 指导思想与理论依据

依据《普通高中化学课程标准》对化学反应方向的要求,确立了本教学设计的核心目标——认识到影响化学反应方向的因素,并能够初步利用焓变和熵变说明化学反应的方向.化学史系统地记录了影响化学发展的重要事件,更重要的是展示了化学家为了解开化学现象背后的规律所进行的思维活动和所采用的科学方法.以化学史贯穿本节课的教学设计,追寻化学反应方向相关理论的形成过程,不仅可以使学生有更清晰的思维脉络,而且可以让他们切身感受化学家们的科学方法和科学精神.

## 2 教学背景分析

### 2.1 学习内容分析

本章的前3节初步解决了速率和限度的问题,将反应方向问题放在最后1节,主要是因为是在中学阶段只是让学生对化学反应方向的判据有初步的了解,并不要求对热力学知识深入学习.在本节课结束后教师有必要结合整章内容,帮助学生梳理研究化学反应的基本思路,即先判定反应在给定的温度、压强下是否具有发生的可能性,再研究反应的速率和限度.

### 2.2 学生情况分析

通过对复分解反应、氧化还原反应、离子反应发生条件的学习,学生初步意识到化学反应的发生是有条件的;通过对可逆反应的学习,意识到同一个化学反应由于反应条件的不同是可以向不同的方向进行的.学生对自发反应的典型错误理解有:1)忽略反应条件(温度、压强)对反应自发性的影响;2)把自发性等同于反应一定发生,甚至等同于快速发生.对熵的认识障碍主要源于高中阶段不可能深入解释熵的真正含义,只能定性说明,因此学生认为“熵”比较难于理解.

## 3 教学目标设计

### 3.1 知识与技能

- 1) 知道化学反应存在方向问题,了解自发反应的含义;
- 2) 初步了解熵的含义,会定性判断化学反应前后熵的变化情况;
- 3) 理解放热、熵增有利于反应自发



进行,初步学会综合利用焓变和熵变判断反应方向。

### 3.2 过程与方法

1) 通过经验和直观体验,认识自然界中的自发过程及特征,并迁移到化学反应的自发过程,形成“化学反应存在方向”的认识;2) 通过分析焓变和熵变对反应方向的影响,认识到2种因素的影响不是孤立的,而是相互关联的。

### 3.3 情感态度与价值观

通过化学史的学习了解化学反应方向的研究历程,认识到 $\Delta H - \Delta TS$ 判据的价值在于科学家不仅能预测反应的自发性,还能控制和设计反应,使之向着预期的方向自发进行。

## 4 教学重、难点

1) 重点:焓变、熵变对反应方向的影响,方向判据在科学生产中的应用;2) 难点:自发反应。

## 5 教学过程设计

**环节1** 介绍工业制钛的历史,建立自发反应概念。

钛被誉为“21世纪金属”,第1次制得纯净的钛是在1910年,其实早在1791年人们就在金红石的矿物中发现了钛元素,科学家最初设计以金红石为原料制备钛,反应方程式为 $\text{TiO}_2(\text{s}) + 2\text{Cl}_2(\text{g}) = \text{TiCl}_4(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$ , $\text{TiCl}_4 + 2\text{Mg} = 2\text{MgCl}_2 + \text{Ti}$ 。然而,科学家发现第1步反应的正向反应在任何温度下都不发生,逆向反应在一定温度下却很容易进行。于是,科学家们意识到化学反应的发生是具有方向性的。

**【引出概念】**人们把在一定温度、压强下,不借助(光、电能)外部力量即能进行,或具有发生的可能性的反应称为自发反应。反之称为非自发反应。

**【提出问题】**列举生活中常见的自发反应和非自发反应的例子。

**【学生思考并回答问题】**自发反应:苹果氧化、钢铁生锈、Na和水反应、NaOH和HCl反应。

非自发反应: $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$ 。

**环节2** 利用化学史引出焓变对反应方向的影响。

**【问题1】**如果你是18世纪的科学家,面对以上并不成功的制备钛的设计,你会想到化学反应的方向与哪些因素有关系呢?

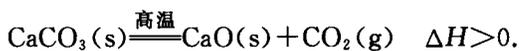
学生A:应该和吸、放热有关系。可能向着放热的方向自发进行,如燃烧、中和等反应都是自发反应。

**【问题2】**早在18世纪,以拉瓦锡为代表的科学家就开始关注反应过程中的热量变化及其与反应方

向间的关系。19世纪的科学家们曾认为决定反应能否自发进行的因素就是反应热:放热反应可以自发进行,而吸热反应则不能自发进行。你同意这种观点吗?请举例说明。

学生B: $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$ 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}(\text{s})$ 的反应是吸热的,但是常温、常压下是自发进行的。

学生C:石灰石的分解反应也是吸热的,但高温时可以自发进行。



**【小结】**放热反应使体系能量降低,因此反应具有正向进行的倾向,焓减是有利于反应自发进行的。但科学家们认识到,焓变是与反应能否自发进行的有关因素之一,但不是唯一因素。那么还有什么因素在影响反应的方向呢?

**环节3** 结合生活情境和化学史引出熵变对反应方向的影响。

**【展示图片】**1) 冰雪融化;2) 食盐溶解;3) 火柴散落;4) 墨水扩散。

**【问题1】**你能找到这样一些表面上看似无关的事件的共同特点吗?

学生D:这些过程都是从有序向无序进行的,趋向于更乱。

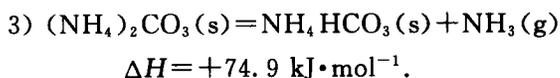
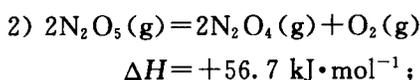
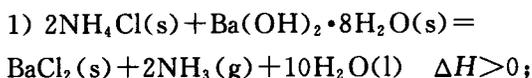
**【讲解】**熵的历史。

1855年,德国物理学家克劳修斯首次提出熵的概念(符号S),用来表示体系的混乱程度。固体的溶解、水的汽化、墨水的扩散都是体系混乱度增大的过程,即熵增( $\Delta S > 0$ )的过程。1869年,德国化学家霍斯特曼在研究氯化铵的受热分解过程时运用了熵的概念,指出这一过程和液体的蒸发过程遵守同样的规律。他把熵的概念首次推广到化学反应领域。

**【列举数据】**1) 标准状况下,不同的物质的熵;2) 水在固、液、气三态下的熵值。

**【学生观察并得出结论】**不同物质的熵不同,而同一物质的熵与其聚集状态有关。

**【问题2】**再次思考下列吸热反应常温、常压下能够自发进行的原因是什么?



**【学生观察并得出结论】**生成气体的反应,或者气体的物质的量增大的反应都是熵增反应,熵增有利于



反应的自发进行。

【小结】一定条件下，化学反应能否自发进行，既与反应焓变有关又与反应熵变有关，焓变和熵变共同影响反应的进行方向。

环节4 提出反应方向综合判据，进行简单应用。

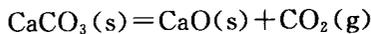
【讲解】1878年，美国科学家吉布斯在大量理论研究的基础上提出判断化学反应方向的综合判据。在一定温度、压强下：

$\Delta H - T\Delta S < 0$ ，反应自发；

$\Delta H - T\Delta S > 0$ ，反应非自发；

$\Delta H - T\Delta S = 0$ ，反应达平衡态。

【理论联系实际应用】根据  $\Delta H$  和  $\Delta S$  数据定量确定碳酸钙分解的温度。



$$\Delta H = 178.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}, \quad \Delta S = 169.6 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}.$$

【讲解】科学家历经百年最终克服了工业制钛的难题，体会化学反应方向的综合判据对于控制和设计反应的重要意义。

## 6 教学设计特色说明与教学反思

《高中化学课程标准》特别强调在课程实施过程中，要从“知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观”3个方面为学生科学素养的发展和今后的进一步学习打下良好的基础。本节课以化学史贯穿始终，教学设计有以下几个特点：

1) 追寻科学家的思维脉络组织教学。

“化学反应进行的方向”一节是新课程增加的章节。最初接触这一章节时感到知识比较凌乱和单薄，很多内容在中学阶段都是浅尝辄止，如果从知识线进行梳理，有种“讲不透，理还乱”的感觉。但从化学史的角度切入后，遵循科学家对化学反应方向这一问题的研究思路组织教学，并结合化学史背景讲解自发反应、焓变、熵变的概念，条理清晰、深入浅出，学生经过这节课的学习后也形成了比较清晰的思维脉络。

2) 问题的呈现具有情景化，激发学生的学习兴趣。

本节开篇以工业制钛的故事引入主题，中间以工业制钛的故事提出问题，结尾又以工业制钛的故事引导学生完成知识的应用。这些情景化的问题使学生具有新鲜感，产生解决问题的“冲动”，也有助于培养他们在真实情境中分析问题、解决问题的能力。

3) 情感态度价值观的培养。

在一些生动有趣的化学史故事中，化学家们走下神坛，他们可能在一生中经历过很多困苦磨难，甚至终其一生不被认可。但是，他们又几乎无一例外地具

# 专题分析：

## 化学工业流程题(下)

◇ 北京 商晓芹<sup>1</sup>(特级教师) 李亚敏<sup>2</sup>

### 6 典型试题分析

#### 6.1 以矿石为原料——制备物质

例1 硼泥主要由  $\text{MgO}$  和  $\text{SiO}_2$  组成，含有少量  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{FeO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  等杂质。用硼泥生产氢氧化镁的工艺流程如图1所示：

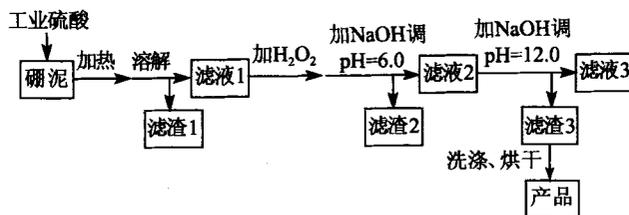


图1

已知某些氢氧化物沉淀的 pH 如表1所示。

表1

氢氧化物	开始沉淀时的 pH	完全沉淀时的 pH
$\text{Mg}(\text{OH})_2$	9.3	10.8
$\text{Fe}(\text{OH})_2$	7.6	9.6
$\text{Fe}(\text{OH})_3$	2.7	3.7
$\text{Al}(\text{OH})_3$	3.7	4.7

(1)  $\text{MgO}$  的电子式为\_\_\_\_\_。

(2) 滤渣2的主要成分是\_\_\_\_\_，向滤渣2中继续加入过量的  $\text{NaOH}$  溶液，发生反应的离子方程式\_\_\_\_\_。

有一些共同的品质，那就是对自己的研究领域痴迷、忘我，敢于质疑、勇于创新、持之以恒。比如本节课中提到的美国科学家吉布斯，作为科学史上最伟大的理论学者之一，他为化学热力学的发展做出了卓越的贡献。但他一生淡泊名利，论文只是在名不见经传的期刊上发表，且拒绝一切宣传工作，所以直到晚年他的工作也没有得到美国科学界的广泛认可，然而这并没有影响他对于自己研究领域的热爱。课堂上利用合适的时机让学生们走进这些化学史上真实的人和事，学生们的品格和科学素养也会在潜移默化中得到提升。

1. 清华大学附属中学  
(作者单位：2. 北京教育学院)