

化学平衡图像教学的 STEM 视野与方法

广东省广州市增城区荔城中学 511300 姚美霞

STEM 是科学 (Science)、技术 (Technology)、工程 (Engineering) 和数学 (Mathematics) 四门学科的简称。STEM 教育并不是科学、技术、工程和数学教育的简单叠加,而是利用科学、技术、工程或数学等学科相互关联的知识解决问题,实现跨越学科界限、从多学科知识综合应用的角度提高学生解决实际问题的能力,以促进创新型、创业型人才的成长为教育目标。

化学平衡图像的教学过程中如何从 STEM 角度将知识蕴含于情境化的真实问题中来设计任务活动,调动学生主动积极地利用各学科的相关知识设计解决方案,帮助学生形成良好的科学、数学与技术工程思维能力,是本文所要讨论的关键问题。

一、化学平衡图像的科学意义

化学平衡图像这一内容是属于化学反应原理和数学与工程技术领域相结合的范畴,考查内容包含了可逆反应、化学平衡状态特征的判断、化学平衡移动原理的运用和化学反应速率、平衡常数、浓度、压强、转化率等在数学上的表征,以及在工程技术领域里的实际应用,因此成为最近几年全国高考的考查热点。运用当前国际上热点的 STEM 课程教育观引领化学平衡图像分析教学,是一个具有突破性的方向和全新的思维方法。

从 2013 年 - 2017 年的全国高考题可见,化学平衡图像题这一方面对数学与技术和工程的能力考查要求逐年提高,特别是 2017 年全国卷,更是显著提高了对运用数学、技术与工程解决化学问题的能力考查要求。如果我们的教学还是停留在生硬地讲识图,不综合考虑数学、工程技术的实际运用,显然不利于提高学生的学科素养和综合性科学素养,教学效果也会受到限制。

二、化学平衡图像的数学表征

学生通过必修②“化学反应速率和限度”和选修④“化学平衡”两章的学习,大部分已具备了化学反应速率、化学平衡常数和转化率计算的基本技能,也熟悉了各种影响化学反应速率和平衡移动条件的判断。同时,对于“ $v-t$ ”图和“ $c-t$ ”

基本图像也已有了一定的了解。那么,如何帮助学生在这个基础上加深对勒夏特列原理的认识和运用,并引导学生逐步得出图像分析的方法与技巧呢?这里数学思维方法和素养的培养必不可少。

数学不仅是技术与工程的基础工具,也是科学的基本工具和呈现形式。学生在初中数学中已经学习过函数的基本概念,在高中数学必修①模块中更进一步运用集合和对应的语言刻画了函数的概念,并进行了函数三种表示法:解析法、图像法和列表法,知道函数的基本定义为:给定一个数集 x ,对 x 施加对应法则 f ,记作 $f(x)$,得到另一数集 y ,也就是 $y=f(x)$ 。那么这个关系式就叫函数关系式,简称函数。在化学中,这个 f 就是化学反应速率和化学平衡的一系列内部变化规则。而化学平衡图像题正是通过 $y=f(x)$ 的数学函数观念,把影响化学反应速率和平衡的条件如温度、压强和时间等作为自变量,将速率、反应物浓度、转化率、物质的量和质量分数等作为因变量来表征化学反应速率或平衡移动规律(法则)的一类数学函数图像。因此在教学实践中教师必须运用 STEM 课程教育观,对常见图像进行对比、分析、讨论、交流,从而领会图像的数学表征中的规则和得出分析图像的方法,从数学的变化思想和运用数学函数工具上提升学生对化学平衡移动科学规律的认识。

图 1 ~ 图 3 所示图像里涉及的是化学反应科学原理和数学表征问题。在这些函数图像里,分别以温度 T 、压强 P 和反应时间 t 作为函数的自变量;而将反应物的转化率和百分含量等作为因变量的函数图像。甚至图 2 还是三维(T 、转化率和 P) 图在二维平面上的投影,这些图像都是化学问题的数学表征。

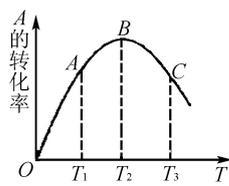


图 1

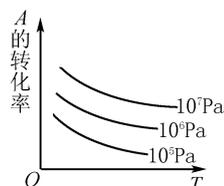


图 2

教师的教学活动可以通过以反应 $mA(g) + nB(g) \rightleftharpoons pC(g) + qD(g)$ ΔH 为例,设计以下问题来引导学生分析、讨论与交流以领会图像的含义和分析图像的方法: ①以上图

图 3

像中,你能否找到平衡点? 依据是什么? 在达到平衡状态的前后,分别需要考虑哪些问题? ②图 2 和图 3 涉及到的变化量有哪些? 在分析图像时可以怎样把图像简单化? ③图 1 至图 3,若想提高 A 的转化率,可采取哪些措施?

三、化学平衡图像的技术与工程表征

图像分析不但要注意渗透 STEM 教育强调的技术素养,还要着力培养学生了解技术应用、技术发展过程,具备分析新技术如何影响自己乃至周边环境的能力。在教学中利用技术手段激发和简化学生的创新过程,激发学生的创新动力。要将技术作为认知工具,融入到教学各个环节,培养学生善于运用技术解决问题的能力,增强学生驾驭复杂信息、进行复杂建模与计算的能力,从而支持深度的学习。

下面以合成氨为例,来看实现科学理论目标的技术手段与工程手段的构建。

课堂教学中,首先采取通过问题设计引导学生找到控制反应的适宜条件,如温度、压强、浓度、催化剂、产率等进行综合分析,然后再投影合成氨的设备图片——合成塔(见图 4),既能加深学生认识化学反应速率和化学平衡的调控在生活、生产和科学研究领域中的重要作用,促使学生从反应速率快慢、反应的限度、生产中的能耗和材料强度等多角度综合调控化学反应的基本

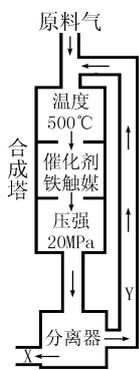


图 4

思路,发展学生设计闭路循环化学工艺的观念,培养学生绿色化学与生态观念,以及辩证思维能力,又能让学生体会化学知识的实际应用价值,在 STEM 教育活动中提升学习化学的热情。

四、化学平衡图像的综合分析应用

STEM 教育是科学、技术、工程和数学四门学科内容组合形成的有机整合。其中科学在于认识

世界、解释自然界的客观规律;技术和工程则是在尊重自然规律的基础上改造世界、实现对自然的控制和利用、解决社会发展过程中遇到的难题;数学则作为技术与工程学科的基础工具。由此可见,生活中发生的大多数问题都需要应用多种学科的知识来共同解决。

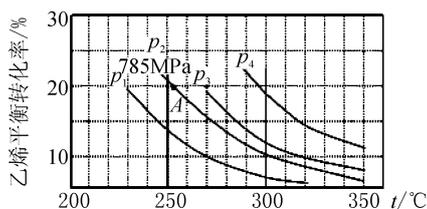


图 5

如(2014 新课标 I 题 28) 乙烯气相直接水合反应 $C_2H_4(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons C_2H_5OH(g)$ ΔH , 图 5 为气相直接水合法中乙烯的平衡转化率与温度、压强的关系图 [其中 $n(H_2O) : n(C_2H_4) = 1 : 1$]。图像中 ΔH 的正负、压强 $p_1、p_2、p_3、p_4$ 的大小顺序及理由、欲使乙烯的平衡转化率提高,可采取的措施等问题的解决,都是科学的数学表征,以及加上技术与工程的综合设计问题。

近年来,全国高考题对数学、技术与工程的能力考查要求逐年提高,教师在高中三年的教学实践中都要有意识地渗透高考题的 STEM 能力取向,对难度太大的试题要运用最近发展区设计改编以降低难度,引导学生运用已学知识来解决问题,促使学生对新信息进行重组建构,建立新旧知识的联系,形成知识迁移能力。

STEM 教育具有情境性特征。化学平衡图像教学,不是要求学生只掌握孤立抽象的化学平衡原理等学科知识,而是把科学知识要基于真实的技术与工程情景,还原于丰富的生活,结合生活中有趣、有挑战的问题,通过问题来解决科学知识的应用。这样的教育,学生在解决化学平衡图像问题的过程中,不仅能获得知识,还能获得知识的社会性、情境性及迁移运用的能力,有意义的学习才可能发生,才可达可持续发展的目的。

基金项目:广州市教育科学“十二五”规划 2014 年度资助课题“基于学科思想培养师生科学人文综合素养的研究与实践”(1201431751) 阶段成果。
(收稿日期:2018-01-15)