

以化学反应速率表达式为例 谈系统化学思维的建立

哈尔滨师范大学教师教育学院 150025 宋诗鹏
哈尔滨师范大学化学化工学院 150025 宫丽红

系统化学思维有利于学生对基本知识的理解掌握和综合运用,可以帮助学生建立起多个知识点之间的联系。笔者以反应速率表达式为例,对学生系统化学思维的建立进行了相关分析。

一、系统思维与系统化学思维

系统思维就是将认识对象作为系统,从各要素的性质以及系统和要素、要素和要素、系统和环境的相互作用与相互影响中综合地考察认识对象的一种思维方式。

伴随着系统思维模式实践并取得良好效果,在化学教学中逐步引入了系统思维的概念,以期对学生宏观系统的自身知识结构的建立起到促进作用。培养系统的化学思维模式,改善学生的化学思维能力。根据现行的考试制度,中学化学教学中教师在提高学生成绩的同时却忽视了学科自身的完整性以及系统化学思维的构建。针对此类问题,教师在教学中需突破传统教学经验,用系统思维来帮助学生构建化学知识体系,初步形成系统知识结构。

二、对于化学反应速率知识点传统教学存在的问题

在化学反应速率知识传统教学中,对知识系统化重要性与知识综合运用的认识存在一定程度的不足,不利于知识结构的建立,难以从整体上把握教材和对知识进行总结,学生难以对知识进行内化,无法形成良性的反馈,从而对此部分教学内容产生一些不理解等问题。

1. 知识点间缺乏系统化联系

传统教学中化学反应速率各个知识点间过于分散,缺乏系统化联系导致学生对于其中部分知识点存在一定程度的理解障碍,进而产生对课后

习题的处理困难,及后续章节的相关知识学习过程中造成连锁反应,丧失学习兴趣,同时不利于学生系统思维的培养。

2. 知识的综合运用不到位

部分学生对于教师所布置的课后随堂习题大都可以较顺利地完成任务,但在遇到或处理复杂一些的综合试题则不能给予正确思考或作答。长此以往,会导致学生学习的自信心降低,对自己的学习能力产生疑问,自信心的降低会直接导致学生自我效能感下降。

在现在的中学化学反应速率的教学中部分教师缺少系统思维与综合运用的联系,对于化学反应原理部分的学习来说,学生学习了化学反应速率及影响因素:浓度、压强、温度及催化剂。能懂得各个因素变化所引起的反应速率的变化,但由于其对知识理解得不到位,致使各个影响因素之间无法形成有机的联系,对于知识点的理解仅仅停留在点、线上,没有真正的理解及运用,更没能形成知识框架体系,造成对于知识综合运用不到位的现象。

3. 出现自觉掌握知识的假象

由于化学反应速率知识点过于分散,会使知识点的讲解不能形成体系,在课程刚开始的时候学生还能跟上教师的教学思路,可随着课程的继续,思路就会产生分散。学生也不能马上发现自身存在的问题,当教师进行提问时,学生往往感觉不出自己所存在的问题。另外部分教师只重视化学知识点的教学,而忽视了学生学习效果的评价与反馈。特别是在有关抽象问题的理解上,只是讲解书本上的知识,只会使得本就抽象的知识变的更加晦涩难懂,在学生难于理解的情况下,不进

基金项目:黑龙江省高等教育教学改革项目(SJGY20170178)

通讯作者:宫丽红 E-mail: gonglihong1967@163.com

行知识点学习效果的评价与反馈,对长久的教学和学生的学习产生负面影响。

三、基于反应速率表达式建立学生系统化学思维

1. 反应速率表达式

化学动力学初步中,提出了反应速率表达式: $r = Z \cdot P \cdot f$ 。其中 r 为反应速率, Z 是频率因子表示分子发生碰撞的频率。 P 为取向因子,对结构复杂的活化分子也不是每次碰撞都能发生反应,只有两分子在一定取向方位上碰撞才能发生反应。 f 为能量因子,即有效碰撞在总碰撞数中所占的百分数。能量因子的表达式 $f = e^{-E_a/RT}$,其中 T 为绝对温度, R 为气体常数, $R = 8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, E_a 为阿仑尼乌斯活化能。

笔者认为将大学反应速率表达式引入高中教学中,有利于克服有效碰撞模型与化学反应速率及影响因素之间的间隔过大的问题,同时加强了各个影响因素之间的联系,使得知识点之间不再孤立,可以帮助学生建立系统化学思维。

2. 基于反应速率表达式建立系统化学思维

在高中部分主要在《化学反应原理》模块的学习中接触有效碰撞模型及关于化学反应速率的研究。高中教材中首先介绍了有效碰撞模型、活化能及催化剂,随后学习了反应热的有关内容,最后才介绍了化学反应速率及影响因素:浓度、压强、温度及催化剂。不仅有效碰撞模型与化学反应速率及影响因素之间的间隔过大,同时各个影响因素之间缺乏联系导致学生知识的内化与再出现问题,对于学优生来说,结果体现的似乎还不够明显,而在学困生身上,这种问题所带来的结果会成倍的放大,导致恶性循环。造成这种现象的根本原因是学生没有形成系统化学思维。

反应速率表达式可以将之前零散的“影响化学反应速率的因素”知识点连成网络,形成系统,促进其系统化学思维的建立。

学生之前没有要素、系统、环境这样的系统化学思维意识,自然无法形成系统化学思维。

而反应速率表达式 $r = Z \cdot P \cdot f$ 就是一个很好的切入点。可以将化学反应看作环境,将 r 看作系统,将 Z 、 P 、 f 看作要素。 Z 、 P 、 f 作为三要素间既是相互独立的,又可以因为 r 的联系而形成

系统。笔者根据反应速率表达式做出一个网状结构图如图 1 所示。

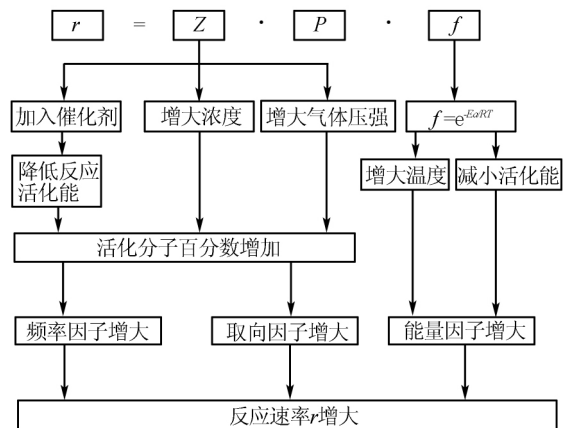


图 1

对于反应体系来说,采取:(1)加入正催化剂,减小化学反应活化能;(2)增大反应物浓度;(3)对于气相反应来说,增大压强等措施。使活化分子百分数的增加,从而使得与之对应的频率因子 Z 和取向因子 P 增大。同样的对于反应体系来说,升高反应温度,可以使得能量因子 f 增大。

频率因子 Z 、取向因子 P 和能量因子 f 的增大,最终导致的结果都是反应速率 r 的增大。由此建立起浓度、压强、温度、催化剂与频率因子 Z 、取向因子 P 、能量因子 f 之间的系统。

在另一方面,也建立起频率因子 Z 、取向因子 P 、能量因子 f 之间与反应速率 r 之间的系统。

经过这一部分反应速率表达式的学习可以培养学生的系统化学思维意识,从要素、系统、环境三方面综合考虑,不单一考虑某方面,从系统化学思维的全局观念与系统意识出发,分清主次把握问题关键,不可忽视关注下层系统与上层系统,最后学会跳出系统看系统。因此该网状结构图可以加深学生对于系统化学思维的理解,为系统化学思维建立奠定了基础。

3. 建立系统化学思维注意的问题

建立系统化学思维有利于学生对新旧知识的内化,从根本上加深学生对于知识的理解,形成学生的整体学习意识。但在建立系统化学思维时,还需要注意以下问题。

(1) 系统化学思维的全局观念

系统化学思维最重要的观点,就是要有全局意识,换句话说就是要有整体性思维。在系统化学思维应用到化学学科的教学上时,最先要注意的就是从整体上对问题进行思考,站在一定高度上把握问题,在整体性思维的指导下逐步对问题的特征加以分析。

经过反应速率表达式的学习,学生再不会孤立地看待催化剂、浓度、压强、温度等影响因素。在考虑影响化学反应的因素的同时,还会将各个影响因素与 Z 、 P 、 f 联系起来,探究催化剂、浓度、压强、温度的变化引起的与之对应的 Z 、 P 、 f 的变化,形成系统,在整体的思维上解决反应速率变化的问题。进行有效的分析与探究,从根本上了解化学反应速率发生变化的本质。

(2) 分清主次把握问题关键

应用系统化学思维分析问题的原因在于要对问题作出正确的整体分析,掌握问题正确的大方向,如果过于关注整体,会导致无法分清问题的主次,从整体上认识和解决问题也就变得没有实际意义。因此,解决实际问题时,要找到问题的关键,分清问题的主次。

在“影响化学反应速率的因素”这个问题上,也不能直接从系统层面入手,那样学生会无法分清要素,无法找到关键问题。对于反应速率表达式来说,不能直接考虑速率的变化,而需要从各个影响因素中,找到关键所在,需要在整体认识和分析问题的基础上,重点解决关键问题。

(3) 关注下层系统与上层系统

对于系统和要素来说,它们并不是一成不变的,要素也可以看成比原系统更小的下层的系统。同样,在原系统之上必然还存在着更大的上层系统。在分析实际问题时,如果仅仅看到组成系统的要素本身,往往只会解决表面的问题,而真正的深层问题却没有进行思考,就是因为没有考虑到更深层的下层系统与上层系统。

首先对于反应速率表达式,可以将化学反应看作环境,将 r 看作系统,将 Z 、 P 、 f 看作要素。在 Z 作为要素的同时, Z 同样也可以看作系统,此时催化剂、浓度、压强即可看作要素。要想从根本上解决化学反应速率变化的问题,就必须注意到下

层的系统与上层系统,否则对于速率的改变并不能形成清晰而明确的认识。

(4) 跳出系统看系统

充分的利用系统化学思维建立自身的知识结构必须做到对系统的深入理解,但只做到这些还是远不够的,因为无论怎样对系统进行深入理解,都只是存在于系统内部。只从系统的内部进行分析始终是片面的,无法形成对系统的真正全面的认识。在分析实际问题时,必须学会跳出系统看系统。

不能因为系统的确立而万事大吉,否则会被自己提出的系统思维所禁锢,以化学反应速率 r 为例,以 r 看作系统,将 Z 、 P 、 f 看作要素时,同样可以考虑反应速率 r 对于化学平衡移动的影响,从而使得反应速率的系统与平衡移动的系统间产生联系,这样有利于化学思维的形成。在必要的时候需要跳出系统看系统,从更高的思维层次重新审视的研究系统,才能得到正确的结论。

由于知识点的分散,大部分的学生并没有形成自身的知识结构与系统化学思维,这就使得学生在时间有限的考试中难以灵活运用知识解决考试问题。系统化学思维对于学生来说是至关重要的,在教学中不仅需要教师自己构建出化学的系统思维,运用系统化学思维方法正确认识和把握整个教学过程,还需要学生在教师的指导下自我进行系统化学思维的培养,才能取得较好的学习效果,提升学生的核心素养。引入速率表达式会给教学带来极大的系统性,帮助学生建立起系统思维模式。进而加强其对化学反应速率的影响因素之间的关系产生更加明确的理解,能够将新旧知识进行联系与内化。学生在已有知识的基础上进行新知识的学习,改变自身已有的知识结构,将新学到的知识同化到自身已有的知识结构中,完成关键知识点间的相互联系,引导学生积极主动的进行思考,做到系统层面的知识整合,逐步形成持续发展的自身知识框架体系。

综上所述,笔者认为可以将大学反应速率表达式 $r = Z \cdot P \cdot f$ 引入高中教学中,目的在于帮助教师和学生认识到系统化学思维的重要性,同时,在一定程度上达到启发教师 and 培养学生系统化学思维建立的功效。

(收稿日期:2018-09-25)