

“化学反应速率和化学平衡”知识考查研究

——以近三年高考新课标全国卷为例

陕西理工大学化学与环境科学学院(723000) 杨 婷 张田雷 尹筱莉

[摘要]“化学反应速率和化学平衡”是高中化学的重要内容,也是高考命题的“宠儿”。选择2018—2020年高考新课标全国I卷、II卷和III卷中涉及“化学反应速率和化学平衡”知识的题目进行统计分析,从题型题量、考查特点、试题情境、考查要求和考查内容等五个方面进行详细解读,并提出了“关注科研前沿信息,创设真实问题情境”“以实验为基础,开展探究式学习”“紧抓主干知识、重视学习的方法与策略”的教学启示。

[关键词]高考化学;化学反应速率;化学平衡;试题研究;教学启示

[中图分类号] G633.8 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1674-6058(2021)26-0060-03

“化学反应速率和化学平衡”是普通高中化学选修四《化学反应原理》中的内容,不仅是高中化学的重难点之一,而且也是历年高考化学的必考知识。这部分知识点相对复杂抽象,应用性强,知识点之间密切相关,且具有很强的逻辑性,学习起来较为枯燥,对学习者的理解、迁移等逻辑思维能力有着较高要求,给高三化学复习带来了不小难度。本文对近三年高考新课标全国卷的“化学反应速率和化学平衡”试题进行统计分析,梳理总结相关内容的考查规律和特点,以利于教师有的放矢地进行复习教学。

一、试题统计与分析

对2018—2020年高考新课标全国I卷、II卷和III卷试题中有关“化学反应速率和化学平衡”知识的考查进行详细分析,发现有以下规律:

1. 题型题量

如表1所示,2018—2020年高考新课标全国I卷、II卷、III卷对“化学反应速率和化学平衡”的考查试题数量基本稳定为一道题,集中在非选择题部分(因试卷排版不同分布于27或28题),平均分在10分左右,做答量在4到7空之间,涉及填空、简答和计算三个方面。

表1 2018—2020年高考新课标全国卷“化学反应速率和化学平衡”试题题号、题量与分值

年份	类型	题号	题量	分值
2018	全国I卷	28	6空 填空1个、简答1个、计算4个	11分
	全国II卷	27	6空 填空4个、简答1个、计算1个	12分
	全国III卷	28	6空 填空3个、计算3个	11分
2019	全国I卷	28	7空 填空5个、计算2个	10分
	全国II卷	27	4空 填空2个、计算2个	8分
	全国III卷	28	4空 填空1个、简答2个、计算1个	8分
2020	全国I卷	28	6空 简答3个、计算3个	12分
	全国II卷	28	5空 填空2个、简答2个、计算1个	10分
	全国III卷	28	5空 填空3个、简答1个、计算1个	10分

2. 考查特点

如表2所示,2018—2020年高考新课标全国I卷

[基金项目]陕西理工大学“一流专业”子项目“微信辅助化学教学论课程教学的实践研究”阶段性研究成果。

[通信作者]张田雷(1982-),男,山西朔州人,教授,博士,研究方向:化学教学,E-mail: ztianlei88@163.com;尹筱莉(1965-),女,陕西安康人,教授,博士,研究方向:教师教育、化学教育理论与实践,E-mail: 345030137@qq.com。



II卷、III卷对“化学反应速率和化学平衡”知识的考查难度、陌生度和考查范围均有增加,图像的内容多变,除了常见的“浓度—时间”“转化率—时间”“产率—温度”等图像,还有“产率—投料比”“积碳量—温度”“积碳量—时间”“积碳量—压强”这些较为新颖的图像,对考生图像分析能力的要求越来越高,并且计算题数量增加、平衡常数的计算角度愈发多变,例如用物质的量、压强和进料比来计算平衡常数,三段式运用愈发灵活,例如用物质的量、物质的量分数和物质分压来进行三段式计算,对考生的知识理解、运用能力的要求也越来越高。

表2 2018—2020年高考新课标全国卷“化学反应速率和化学平衡”试题情境与考查特点

年份	类型	试题情境	考查特点
2018	全国I卷	N_2O_5 绿色硝化技术	用物质的分压代替浓度进行三段式计算,陌生度和难度增加
	全国II卷	CH_4 - CO_2 催化重整反应	通过反应活化能的变化分析催化剂优劣
	全国III卷	三氯氢硅(SiHCl_3)的合成及应用	用物质的量分数代替浓度进行计算,需要先推出速率表达式,再进行计算,陌生度和难度增加
2019	全国I卷	水煤气变化原理	用物质的量代替浓度进行计算,多次用到三段式,计算量大,图像信息量大,对学生分析图像的能力要求高
	全国II卷	环戊二烯合成	用气体分压代替浓度进行转化率和平衡常数计算,陌生度增加,还要对图像信息进行分析
	全国III卷	氯化氢转化氯气技术	用进料浓度比计算平衡常数,陌生度与难度增加,图像信息量大,对分析图像的能力要求高
2020	全国I卷	重要的化工产品——硫酸	用物质的量分数、体系压强计算平衡常数 K_p 和产物压强,反应速率方程结合图像,陌生度和难度均增加
	全国II卷	天然气的主要成分—— CH_4	用平衡分压代替浓度计算,根据反应速率方程比较速率大小,陌生度和难度均增加
	全国III卷	综合利用 CO_2 合成乙烯	根据图像信息,用分压计算平衡常数 K_p ,根据“物质的量分数—时间”图像判断物质

注:不同学者对试题考查特点有不同见解,表中仅代表笔者个人见解。

3. 试题情境

如表2所示,2018—2020年高考新课标全国卷对“化学反应速率和化学平衡”的考查几乎都有情境的创设。试题情境涉及我国社会经济和科学技术发展的前沿信息,类型包括化工生产、化学与技术、化学与

生命以及化学与环境等,在体现真实性和价值的同时,也拓宽了学生的视野,进一步增强学生对化学学科的学习信心和对国家、民族的自豪感。例如,2019年高考新课标全国I卷第28题的素材源于我国化学工作者发表在顶级期刊上的“沉积在 α -MoC上单层金原子对水煤气的低温催化反应”的内容^[1]。这些试题选择的真实情境,不仅展示了我国雄厚的科研实力,还使学生充分感受到化学学科的价值,给予学生正向的学科价值引领,让更多的学生愿意投身于化学学习当中。

4. 考查要求

2018—2020年高考新课标全国卷对“化学反应速率和化学平衡”的考查符合“四翼”的高考考查要求,一是强调该知识考查的基础性,试题注重对勒夏特列原理、平衡转化率、平衡常数计算、影响平衡移动因素和图像分析的考查;二是强调该知识考查的综合性,近三年的高考试题中把对该知识的考查与其他内容相结合,例如2019、2020年高考新课标全国II卷将该内容与电化学相关知识结合在一起;三是强调该知识考查的应用性,例如2020年高考新课标全国I卷的接触法制备重要的基本化工产品——硫酸,让学生充分感受所学内容蕴含的应用价值;四是强调该知识考查的创新性,例如2019年高考新课标全国I卷结合实验与计算机模拟结果,计算在金催化剂表面上水煤气变换反应历程的能量大小;2020年高考新课标全国III卷结合理论计算与物质的量分数的图像,分析反应物、生成物曲线等,考查学生探索新方法、积极主动解决问题的能力。

5. 考查内容

2018—2020年高考新课标全国卷对“化学反应速率和化学平衡”的考查准确把握了“四层”考查内容,一是核心价值,对该部分的考查几乎都有情境创设,这些情境基本都是科技前沿信息,昭示着我国科技的飞速发展,能够增强学生的学习自信和民族自豪感,深度切合“立德树人”的根本任务,起着积极的引领作用;二是学科素养,对该部分的考查蕴含了“变化观念与平衡思想”和“证据推理与模型认知”的化学学科核心素养,承载着核心价值的方向引领,起着导向作用;三是关键能力,对该部分的考查注重对接受、吸收、整合化学信息和分析解决化学问题的能力的测量,同时这些能力也是高考考查的重点内容;四是必备知识,它是培养能力、形成素养的基础,以学科素养为导向,注重对“化学反应速率和化学平衡”内容中基本事实、概念、原理、技术与方法的考查,与关键能力一起作为学科素养的基础支撑^[2]。

上述表明高考新课标全国卷对“化学反应速率和



化学平衡”知识的考查内容设计合理、情境选择恰当、试题难度适中,除了突出主干知识,还注重评估学生能力、学科素养和学科潜力。

二、教学启示

通过对试题考查的详细分析,笔者收获以下三点教学启示。

1. 关注科研前沿信息,创设真实问题情境

化学与社会和经济发展关系密切,同时也是环境、生命、信息和能源科学、材料化学等现代科学技术的重要基础^[3]。真实并具体的情境是培养和发展学生的最佳载体,也是拓宽学生学习视野的最佳渠道。通过选取合适的情境素材,让学生在真实的情境下运用必备知识和关键能力去解决实际问题,可以全面综合培养和发展学生。经统计,“化学反应速率和化学平衡”的试题情境主要是最新科技成果和工业生产。作为新时代教师,要紧跟时代发展的步伐,把握最新的科技前沿信息,并把这些内容融入日常教学活动中。需要注意的是,选取的问题情境一定要结合教学内容,保证问题情境是有意义的,是能够真正培养学生和锻炼学生能力的。

2. 以实验为基础,开展探究式学习

新课程改革提倡学生“在做中学”“在做中发展”,让学生从“学会”到“会学”,在这种理念的推动下,探究式学习随之崛起。探究式学习把解决相应问题作为中心,不仅重视知识的获得,更加重视思维和能力的培养。

“化学反应速率和化学平衡”中所要研究的问题、用到的研究方法,高中生从来没有接触过,感到非常陌生。在这样的情况下,为了帮助学生理解 and 掌握该部分内容,可以采用探究式教学。教师创设问题情境,让学生在已经掌握的的知识的基础上,把知识经验与动手探究相结合,引导学生自主建构相关理论,发挥学生在学习中的主体作用和创造性^[4]。例如,利用反应 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{SO}_4$ 在不同温度下产生浑浊所需的时间不同,探究温度对化学反应速率的影响;利用反应 $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 产生气泡的快慢,探究浓度对化学反应

速率的影响;探究无催化剂、 MnO_2 催化剂和 FeCl_3 催化剂对 $2\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ 反应速率的影响;等等。

3. 紧抓主干知识,重视学习方法与策略

高考试题一直保持着“涵盖全面,注重基础”的原则,作为教师,一定要认真研读课程标准^[3]和考试大纲的要求,紧抓主干知识,关注学生在将来学习、工作和生活中所必须具备的、不可或缺的知识、能力和素养。在学习“化学反应速率和化学平衡”时,学生需要将不同概念、原理和方法进行整合,构建清晰的知识网络,完善自身的认知结构。教师可以引导学生制作概念图,使概念、原理和方法清晰有条理。另外高三复习时间紧、任务重,教师有必要教授“化学反应速率和化学平衡”常见问题的解题策略,提高复习效率。一是采用“三段式”解决有关化学平衡计算(先写出反应方程式;再找出已知量和未知量,按“三段式”列出;最后建立相应的关系式求解),二是利用图像分析问题(分析横坐标也就是自变量 x 与纵坐标也就是因变量 y 之间定性或定量的关系),利用“四步法”解题^[4]。第一步,分析反应物、产物的状态,方程式中各物质的化学计量系数之比和反应热。第二步,看懂图像:看横、纵坐标意义线和起点、拐点、极值点的意义,利用“先拐先平,数值大”的原则分析规律,进行判断。第三步,思考规律:与已经学过的外界条件对反应速率、平衡移动的影响的知识相联系。第四步,做判断:做定性分析和正确判断。在平时训练中注重培养学生举一反三、灵活分析的能力。

[参 考 文 献]

- [1] 陶勇,王后雄.基于课程标准的2019年高考化学全国卷试题分析与启示[J].教育测量与评价,2019(9):45-51.
- [2] 教育部考试中心.中国高考评价体系说明[M].北京:人民教育出版社,2019:26-31.
- [3] 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,2018:1-3.
- [4] 陈世廷.探究式学习在高中化学教学中的应用策略[J].中国教育学报,2018(S1):113-115.

(责任编辑 罗 艳)