

卡皮克重复提取理论在无机化学教学中的应用实践

李 靖* 东佳玲 陈 艳 岳 玮 堵锡华

(徐州工程学院化学化工学院, 江苏 徐州 221111)

摘要: 针对化工专业学生对无机化学的学习主动性不高、兴趣淡薄, 课堂教学质量不理想等现状, 将卡皮克重复提取理论用于无机化学的教学实践, 旨在提高无机化学的课堂教学质量。通过3年的教学实践结果对比表明: 重复提取理论有助于学生“编码和提取”信息, 且在无机化学原理和元素化学教学中均具有可实践性, 学生学习绩效明显提升。

关键词: 重复提取理论; 无机化学; 编码和提取; 学习绩效提升

中图分类号: O61; G64

Application of the Theory of Karpicke Retrieval Practice in Inorganic Chemistry Course Teaching

LI Jing* DONG Jia-Ling CHEN Yan YUE Wei DU Xi-Hua

(School of Chemistry and Chemical Engineering, Xuzhou Institute of Technology, Xuzhou 221111, Jiangsu Province, P. R. China)

Abstract: The theory of Karpicke retrieval practice is applied in the inorganic chemistry course teaching in order to improve the effect of classroom teaching of inorganic chemistry. The strategy is designed in particular for chemistry majoring undergraduates with less learning interests and poor initiatives and passions, as well as unpleasant teaching quality of professional course. Through three years of chemistry teaching practices of the theory of Karpicke retrieval practice, the results demonstrated that retrieval practice not only contributed to information encoding and information retrieve, but also improved learning results of chemical undergraduates significantly.

Key Words: Theory of Karpicke retrieval practice; Inorganic chemistry; Encoding and retrieve; Learning improvement

卡皮克重复提取理论是美国的研究者 Karpicke^[1,2]在“提取过程对学习的促进”研究中得出的理论成果, 他认为重复提取比细化学习更能促进学习的发生和记忆的保持, “信息编码”是将信息存入大脑的学习过程, “信息提取”是回忆存入大脑中的信息, 并能用语言输出的过程^[1-3]。笔者根据对徐州工程学院化学化工学院应用化学专业2011–2012级学生学习无机化学的学习情况的调查结果, 以及学校的教学要求, 以提高无机化学的教学质量为宗旨, 在2013–2014级应用化学专业的无机化学教学过程中注意教学方法转换, 在课堂教学过程中渗透“卡皮克重复提取理论”, 以提高学生对无机化学的学习兴趣和课堂参与度。通过实践对比平行班的学习成绩得出结论: 卡皮克重复提取理论更有助于学生的信息“编码和提取”, 在无机化学原理和元素化学教学中均具有可实践性, 有利于提高课堂教

*通讯作者, Email: lijingxz111@163.com

基金资助: 徐州工程学院教研课题(YGJ1551); 徐州工程学院学生特色工作课题(XSC201407)

学质量, 学生学习绩效明显提升。

1 确定用对比分析法考核“卡皮克重复提取理论”的教学实践效果

1.1 确定“重复提取”理论实施过程中的不变因素

(1) 笔者一直担任徐州工程学院应用化学专业的无机化学教学工作, 且致力于提高无机化学的课堂教学质量, 积极进行教学改革实践。其他专业的无机化学教学工作由其他教师承担, 但具有相同或更高的职称/学历, 不会因为任课教师的教学水平导致对比误差。

(2) 同一年级的应用化学专业的学生在入校分班时被平行分班。平行班学生的学习能力和化学知识背景相似, 学习的接受能力相近。同年级中应用化学专业和化学工程与工艺专业对专业基础课的要求一致, 且高考录取分数线相同, 并有相同的科目等级要求。不同年级的学生背景之间差异性不容易比较, 但是应用化学专业学生在入校的录取分数上均为二本分数线上3-5分, 因此可认为同年级不同专业, 以及不同年级的应用化学专业学生的学习背景相近。

(3) 在理论实施的过程中, 进行定量考核实施效果所用试卷题目有区分度, 但历年来应用化学专业的期末试卷的难易程度相当。由于大学的教学课程原则上一个专业只开设一次, 为了比较该理论在教学实践中的可实施性, 我们选择从相同/相近专业的平行班进行比对分析。

1.2 定性分析重复提取理论的可适性

在徐州工程学院的无机化学教学大纲中, 课程内容分两个学期进行, 无机化学上下册分别对应的教学内容是化学原理和元素化学。笔者将重复提取理论指导教学过程的班级视为实验班, 以普通教学指导教学过程的班级视为平行班。首先选择在元素化学教学中进行重复提取理论的实践应用, 根据学生在实践教学中的表现和配合度, 确定了该理论的可适性。然后再将该理论用于逻辑性强、理解为主的化学原理教学。

1.3 定量分析重复提取理论对学生学习绩效提升效果

将期末考试成绩作为量化标准, 通过对比分析实验班与平行班的期末考试成绩, 包括知识点得分率的数据, 确定重复提取理论在元素化学和化学原理教学中的效果, 得出重复提取理论在无机化学教学中是否具有可实施性。

2 围绕卡皮克重复提取理论在无机化学教学中的实践开展的教学研究

2.1 常见教学改革指导下的元素化学教学方法的改进与实施

采用普通教学改革实践指导2012级应用化学专业1、2班(下文简称“12应化1、2”, 其他年级同)的元素化学教学, 通过运用常规教学方法、教学理念, 提升课堂教学的教学质量。主要体现在以下几方面:

(1) 注重理论和实际应用相结合。在课程讲解过程中注意举例与生活相关的练习, 增加学生的学习兴趣 and 好奇心; 同时也要引入最新的科研动态和专业的前沿知识, 培养和提高利用理论分析和解决实际化学问题的能力, 从而激发和调动学生学习元素化学的兴趣和热情^[4,5]。

(2) 教学中体现“三分教七分学”中“学”的主动性和自觉性。不但要在教学过程中注重教师的教学方法、教学模式要与教学内容相匹配, 同时引导学生自主学习的习惯, 培养学生的自学能力。

(3) 注重利用化学原理解释元素化学中的知识点, 从多个相似的“个案”中找“规律”。简单而言, 就是在教学过程中教师引导学生将化学原理的知识与元素化学的知识联系起来, 要利用化学原理解释现象。

2.2 卡皮克重复提取理论在元素化学教学中的教学实践

2.2.1 确定理论实施对象和重复提取的内容

第一, 选择13应化2为实验班, 是由于学院的教学任务实施规定我担任应化专业的任课教师; 第二, 确定元素化学教学作为卡皮克重复提取理论实施的内容, 是缘于元素化学中记忆性内容较多, 零

碎的记忆片段是学生容易遗忘, 或者容易混淆的。同时又因为元素化学的教学内容相对简单, 学生容易理解和掌握知识点。

2.2.2 重复提取理论的元素化学实践教学结果比较

表1为徐州工程学院化学化工学院12应化1、2, 13应化1、2在元素化学期末考试中的情况分析。在元素化学的教学中, 13应化2为实验班(运用重复提取理论指导教学实践), 13应化1和12应化1、2为平行班(运用普通教学改革方法指导教学实践)。通过横向和纵向比较表1的数据, 实验班的高分数段(> 80)人数明显多于平行班; 平行班的3个班级中在各分数段的人数相差无几。与之相对应的实验班的不及格人数也大为减少。这个结果初步表明该理论在元素化学的教学过程中具有能动作用, 能够促进和提高元素化学的课堂教学质量。

表1 2012–2013级应用化学专业学生在元素化学期末考试中的情况

班级	分数段人数占班级总人数百分比/%				
	> 90	89–80	79–70	69–60	< 60
12应化1	0	8.33	18.75	20.83	52.08
12应化2	0	6.67	11.11	20.00	62.22
13应化1	0	11.63	13.95	27.91	46.51
13应化2	6.25	12.50	22.92	31.25	27.08

2.3 卡皮克重复提取理论在化学原理教学中的教学实践

通过卡皮克重复提取理论对元素化学的教学提升效果, 以及该理论在实践中总结的经验, 我们将该理论用于原理性强、理解能力占学习主导的无机化学原理教学。以2014–2015学年第1学期同时学习无机化学原理内容的14应化1、2和14化艺(化学工程与工艺专业)1、2为研究对象, 其中14应化2为实验班, 其他班级为平行班。表2和表3给出了4个班级在期末考试中的成绩(各分数段的人数占班级总人数百分比, 以及不同题型的得分率)。通过平行班与实验班的数据对比分析得出: 第一, 实验班的高分数段人数明显高于其他3个班级, 且不及格人数也显著下降。第二, 实验班在各考查点的得分率均高于平行班, 且在计算题和选择题的得分上占有领先优势。

结合表2和表3的数据, 从考查题型的得分率分析卡皮克重复提取理论对无机化学原理教学的提升, 体现在: 第一, 就基础知识的掌握情况而言, 重复提取理论的“编码”过程有助于学生巩固大脑中的存储信息, 并灵活提取“编码”、解决相关问题。第二, 在提高题与难题的灵活性考查方面(如

表2 2014–2015学年第1学期14化艺、14应化班级无机化学原理期末考试情况

班级	分数段人数占班级总人数百分比/%				
	> 90	89–80	79–70	69–60	< 60
14化艺1	6.00	18.00	24.00	18.00	34.00
14化艺2	0	21.74	21.74	26.09	30.43
14应化1	15.38	17.95	30.77	17.95	25.64
14应化2	10.42	27.08	33.33	20.83	8.33

表3 2014–2015学年第1学期14化艺、14应化班级无机化学原理期末考试中各题型的得分率

班级	得分率/%				
	选择题	填空题	判断题	简答题	计算题
14化艺1	12.32	12.30	6.26	9.42	24.44
14化艺2	12.21	11.83	6.17	9.73	22.67
14应化1	13.67	11.76	6.27	10.83	21.54
14应化2	15.25	13.94	7.08	11.90	26.33

计算题和简答题), 重复提取理论有助于锐化试题的区分度, 在发掘学生思维广阔性和全面性的同时, 更是提高了学生水平的区分度, 为学有余力的学生在理论研究时提供深入的空间。第三, 在有意识地重复提取理论教学的知识灌输下, 学生对信息的“编码和提取”切换模式更加灵活, 避免了对考题模棱两可、无从下笔的情况, 高分人数增多。

3 卡皮克重复提取理论在无机化学教学实施过程中的契合路径

3.1 选择适当的提取方式

所谓重复提取是大脑中储存信息的互相交换, 并能以语言或者文字的方式表达出来。在教学过程中, 需要施教者(教师)“因材施教”地根据授课内容和知识授体(学生)的学习背景和学习能力选择合适的提取方式。在选择提取方式上应该注意:

(1) 注重知识授体的知识接受能力, 根据其学习接受能力的强弱, 灵活选用合适提取的内容和方式。

(2) 在注重知识授体对信息的“编码和提取”的同时, 不能忽略施教者的“信息输出”过程。相对而言, 学生的“信息输入”过程(即编码过程)比施教者的“信息输出”更利于培养学生的学习能力。

(3) 留有“知识空隙”的教学过程, 有益于刺激学生对“未输入信息”进行编码或“未来信息访问”的渴求。这里的“知识空隙”是需要教授的知识点, 亦是学生可以经过思考、研讨、查阅文献后获取的知识。

(4) 重复提取的方式与提取时间或提取间隔有联系。比如, 学生在学习高中时从未接触过的新知识点时, 第一次提取需要注重原理或概念等基本知识; 在第二次提取的过程中可以增加灵活、通过动脑思考可以回答出来的问题; 第三次提取可以利用理论和实际相结合的知识点进行。对接受能力较好的学生而言, 可以直接进行上述第二、三次的提取。提取的形式以有利于学生循序渐进的掌握教学内容为目的。

3.2 重复提取 $\neq$ 重复考试(练习), 要进行有信息反馈的重复提取

传统意义上的重复提取可能意味着重复学习与重复考试。在笔者所在的学校, 部分教师采取传统的讲授法完成教学进度, 学生多通过重复学习的方式强化大脑进行“信息编码”, 教师通常根据练习题来检验学生掌握知识的情况。练习相对来说是一种缺乏知识广度、经不起实践考量的学习方式。根据卡皮克等人的研究结果显示, 有信息反馈的提取比重复学习更能促进保持记忆^[1-3], 即有意识的提取模式(注重回想练习)更能促进记忆保持。因此我们在该理论的实践过程中注重反馈提取结果, 让学生知其然并知其所以然。

就学生而言, 学生往往会忽视对学习有实际促进作用的因素。一方面, 在传统的教学方式下, 部分学生模糊了学习的本质, 纯粹为了应付考试而学习, 漠视知识渴求; 此时, 即时地增强学生听课的目的性成为提高知识吸收效率的有效手段, 利于对知识的深入理解和运用。另一方面, 也是绝大多数学生忽视的, 他们往往不善于掌控课堂的节奏, 在施教者创造的“提取环境”中无所适从, 或毫无察觉。因此如何更好地调试学生记忆库里“存储的编码”就显得尤为重要。重复提取理论恰恰可以在这种境况中发挥它独特的魅力——在较短的时间内帮助学生有导向性地“检索编码”, 以顺利“提取信息”。

教学方法是随时体现重复提取过程的最佳选择途径。笔者在实践中意识到, 在启发式教学、探究式学习、协作式学习的过程中都包含多种“提取”活动。此外更要注重在传统讲授式教学中注入“提取”的成分, 让学生的大脑皮层处于活泼、兴奋的状态, 有利于提高学生的学习和记忆效果。

3.3 确定重复提取的时间间隔

提取的时间间隔是指在两次提取测试之间的时间间隔, 有扩展型提取(在提取练习中逐步加大重复测试之间的时间间隔)、等距型提取(在提取练习中保持相同的时间间隔)和收缩型提取(逐步缩短测试之间的时间间隔)^[9]。在我们重复提取的教学过程中, 主要采用了扩展型提取完成提取目标。通常在新内容讲完以后的次周对已学知识点进行回顾和分析, 在学完该单元后会进行第二次的提取过程。第三次的提取是在后续学习过程中, 根据教学内容, 积极创造“提取”机会。重复提取的内容是知识单

元需要掌握的知识点和重点, 以及在实际生活、生产中的实践或应用。

3.4 创造提取机会^[9], 促进意义学习

通过笔者运用重复提取理论进行教学实践的过程来看:

第一, 重复提取理论在课堂教学中应用的核心是施教者的引导, 施教者在教学中的主导地位不容忽视。

第二, 铺设学习情境设计, 有利于创造“提取机会”, 能有效加深理解判断, 使学生无意识地参与知识的“编码和提取”。

第三, 学生有先入为主的知识诉求和学习目的, 能促进知识的“编码和提取”。

笔者认定教学实施过程是上述过程的综合运用, 亦与施教者的教育理念、授体的知识背景息息相关。在重复提取理论的实践过程中, 我们注重“用已学的知识点”解释或理解“新知识”。施教者在积极创造条件让学生“提取信息”过程中, 要根据授课内容的难易程度和知识授体的接受能力及时调整提取方法和提取信息, 以达到教学“输出旧信息——输入新信息”的目的。即便在提取的时候出现学生遗忘学习内容的情况, 但是通过提取活动可以让学生意识到自己没有掌握的知识点, 提供一次查漏补缺的过程。举例如下:

(1) 在新学习氧化还原平衡的原电池电动势理论计算的内容时: 恒温恒压—能自发进行的—氧化还原反应—设计成原电池, 如何根据已经学习的热力学数据计算出原电池的电动势?

第一, 积极引导从已知条件中“提取信息”。

A. 从“恒温恒压—能自发进行的反应”中检索信息, 学生提取的信息为: 已经在热力学部分讲过的“判断反应自发进行方向的判据—自发进行的反应, 其吉布斯自由能变小于零($\Delta G < 0$)”。

B. “氧化还原反应—设计成原电池”意味着在这个过程中有电流通过, 也就是说系统做电功(非体积功); 进一步引导学生提取信息: “对于电功的计算方法: 电池的电动势与电路通过电量的乘积($W_{\text{电}} = EQ = EnF$)”。

第二, 教师及时进行“信息输入”。“根据热力学原理, 在恒温恒压条件下, 反应系统吉布斯自由能变的降低值等于系统所做的最大有用功”, 学生则即时地进行“信息编码”。

第三, 学生根据“编码和提取的信息”, 得出通过反应的吉布斯自由能变计算出原电池的电动势的方法: $\Delta G = -W_{\text{电}} = -EQ = -EnF$ 。

(2) 在后续的几个学时继续学习“判断氧化还原反应进行的方向”时, 教师可以根据教学内容及时创造“提取环境”, 使学生积极“提取信息”, 判断反应进行方向。根据 $\Delta_r G_m = -EnF = nF(E^+ - E^-)$:

$\Delta_r G_m < 0$ $E > 0$ $E^+ > E^-$ 反应正向进行

$\Delta_r G_m = 0$ $E = 0$ $E^+ = E^-$ 反应处于平衡态

$\Delta_r G_m > 0$ $E < 0$ $E^+ < E^-$ 反应逆向进行

通过卡皮克重复提取理论在无机化学教学过程中的教学模式探索, 在进行了该理论实施前后的教学效果对比后, 我们分析得出卡皮克重复提取理论可以有效提高无机化学的教学质量, 同时也发掘了学生更多的学习能动性, 在量变的学习方法下促成质变的进步和飞跃。笔者真诚希望通过无机化学教学实施过程中卡皮克重复提取理论的实践经验能给其他课程的教学实践提供借鉴和参考, 以希望教育同行们可以在各类课程的教学实践中运用重复提取理论, 提高课堂教学质量。

参 考 文 献

- [1] Karpicke, J. D.; Roediger, H. L. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition* **2007**, 33 (4), 704.
- [2] Karpicke, J. D.; Blunt, J. R. *Science* **2011**, 331, 772.
- [3] 赵国庆, 郑兰琴. 中国电化教育, **2012**, No. 3, 16.
- [4] 颜鲁婷, 唐爱伟, 刘 博, 段武彪, 戴春爱, 刘连云. 大学化学, **2015**, 30 (1), 31.
- [5] 李 靖, 蔡可迎, 堵锡华. 教育教学论坛, **2014**, 44, 174.