

讨论式教学法在分析化学教学中的具体运用

刘 凯* 李琪琪 蔡玉芬

(内江师范学院化学化工学院, 四川 内江 641100)

摘要: 针对分析化学的知识体系和要求, 运用讨论式教学法组织教学, 以切实调动每一位学生的学习积极性, 加深对知识的理解和运用, 提高学生的综合素质和能力。

关键词: 全讨论; 部分讨论; 滴定分析概论; 容量分析

中图分类号: G64; O6

Application of Discussion-Based Teaching Method in Analytical Chemistry

LIU Kai* LI Qi-Qi CAI Yu-Fen

(College of Chemistry and Chemical Engineering, Neijiang Normal University, Neijiang 641100, Sichuan Province, P. R. China)

Abstract: According to the knowledge system and requirements of analytic chemistry, the discussion-based teaching and organizing-based teaching are used to arouse the enthusiasm of each student's learning, deepen the understanding and using of knowledge, and improve students' comprehensive quality and ability.

Key Words: The whole discussion; The partial discussion; Overview of titration analysis; Volumetric analysis

在全面推进素质教育的今天, 讨论式教学法在国内的教学实践中受到了越来越多的重视和应用^[1-3], 其独到的教学方式不仅有利于调动学生的积极性和主动性, 激发其学习兴趣, 增强合作意识, 而且有利于培养他们分析和探究问题的能力。笔者根据分析化学的基本内容和要求, 结合多年的教学实践, 谈一谈讨论式教学法在这一领域各知识板块中的具体应用, 供各位同行参考, 以期抛砖引玉, 共同提高。

1 组织形式

采用分组讨论为主、个人讨论为辅的形式。将全班学生分为若干小组, 每个小组的人数视班级规模而定, 一般5–8人; 分组时既要考虑学习基础的均衡性, 又要考虑平时组织的方便性。每个小组推选一人为小组长, 负责本小组的召集工作。

根据教学内容和要求的不同, 我们将讨论式教学分为“全讨论”和“重点讨论”两种模式。所谓“全讨论”, 即将某一章节的内容分解为若干个讨论题目, 通过学生自己分析思考获取答案, 以达到教学目的。其特点是将该章节的学习主动权全部或大部分交给学生, 能更好地体现自主学习的教育理

*通讯作者, Email: linyanj@163.com。

基金资助: 内江师范学院本科教改项目(JG201332-258)

念；不足之处是若讨论题目太少则不利于大班上课，若题目太多又较为费时。而“重点讨论”则是以讲授法为主、讨论式教学为辅，在教学过程中，围绕知识体系和教学大纲要求，甄选出一部分内容展开讨论，以加深对相关知识的理解和认识，是传统教学方法和现代教育理念的有机融合。

为了让学生在课堂讨论时心里有数，“全讨论”需要将题目提前1-2周告知他们；而“重点讨论”则是介绍到某一内容时即时提出题目，1-2周后组织全班学生展示讨论结果。

“全讨论”和“重点讨论”均以小组讨论的形式展开。个人讨论则体现在：①教师就某一特定问题提出的非强制性参与的思考题的探讨；②个人在学习提出的某些具有创意性的问题或见解；③其他小组发言后因不完善所做的个人补充。

2 发言方式和成绩评定

课堂讨论时，通常先由小组选出1位代表发言，再由其他成员补充。但这样做有个缺点：易造成某些成员的依赖思想——反正每次发言有代表或其他人顶着，我可以不参与，这就背离了讨论式教学法的初衷。为将全班每位学生融入教学，我们改由教师随机指定一名小组成员首先发言，并将其发言作为该组得分的依据之一，这就要求小组讨论时每位成员都必须参与。待教师指定的成员发言后，才允许该组其他成员补充。若该组的回答有瑕疵，教师可鼓励其他小组的学生进行完善，但发言成绩只能作为其他小组学生的个人成绩。

有时各小组对某问题因认识不同产生争议，教师可以鼓励争议方展开辩论。但辩论中要注意时间的掌控，若耗时太长可终止辩论，由教师引导揭晓答案(这种处理也适合发言人数太多的情况)。

为鼓励学生积极参与讨论式教学，我们将学科总成绩分为三部分：期末考试(约占总成绩的70%)，平时作业和考勤(约占10%)，讨论(约占20%)。每个学生的讨论成绩则由两部分构成：小组讨论成绩(70%)和个人讨论成绩(30%)。其中小组讨论成绩由各小组发言情况而定(若某次讨论中，组内有多人发言，则小组此次成绩取各发言人成绩的平均值)，个人讨论成绩则由不代表小组的个人发言和其他范畴(前已介绍)而定。讨论成绩统计表格参见图1。

组号	姓名	学号	讨论成绩记载					折合总分
			小组			个人	个人平均分	
一	张三							
	李四							
	王五					...		
	...	...				...	...	...
	小组得分					...		
	小组平均分							
...	...	...	...	...	...	...	...	...

图1 讨论成绩统计表

课堂讨论中，每次发言的成绩评定都分为A、B、C、D、E 5个等级。最高等级A要求发言准确圆满；B类发言基本正确，但有一定瑕疵；C类发言部分正确；D类发言基本错误，仅与答案少许沾边；E类发言完全错误。为了鼓励学生积极思考，我们还特意做了一项规定：若某学生在学习或讨论中提出了有意义的创新性见解，该学生的个人讨论总成绩将给予满分。

有了分数的激励，学生在讨论时更加重视和投入，课堂气氛更加活跃，学习的积极性也有了较大幅度的提高。

3 应用示例

3.1 讨论式教学在滴定分析概论教学中的具体运用

滴定分析是分析化学最重要的分析方法之一,是化学分析的核心^[4,5]。其概论部分的教学相对于分析化学其他章节来说,学习难度较小。为此,我们在教学中采用“全讨论”的方式,按教学要求将相关内容编辑成13个题目,事先分发给学生:(1)什么是滴定分析法?(2)什么是标准溶液、滴定剂?(3)滴定分析法是根据什么进行分类的?分类结果怎样?(4)滴定反应的条件有哪些?(5)滴定分析时有几种不同的滴定方式?它们的定量原理是怎么样的?(6)什么是化学计量点?其表示方法怎样?(7)什么是滴定终点?怎样用符号表示?(8)什么是终点误差?怎样表示?要求如何?(9)何谓滴定度?其意义何在?表示方法如何?(10)滴定度与物质的量浓度的换算关系如何?(11)什么是基准物?其要求有哪些?(12)标准溶液的配制方法有哪些?何谓直接配制法?何谓间接配制法?(13)何谓标定?标定时应注意哪些事项?

上述问题属于基础性问题,在一般资料中易找到答案,其宗旨在于引导学生自学。为拓展知识,加深理解,我们围绕13个问题又提出了对应的附加思考题。如在问题(2)的基础上提出:标准溶液是否等同于滴定剂?其关系如何?以加深学生对标准溶液的认识。又如在问题(6)、(7)的基础上,提出以下附加思考题:①对可逆的滴定反应,计量点时各反应物的量有何关系?之前或之后呢?②滴定终点和计量点的影响因素各有哪一些?以便为后继学习和实验打下一定的基础。

滴定临近终点时对滴定剂的量要求很高,须进行半滴操作。此要求的依据何在?我们在讨论问题(8)时,提出:一被测溶液,需加20.00 mL标准液方可达计量点。但操作时因颜色观察不当,多加了一滴,此结果是否符合误差要求?为什么(提示:一般滴定管20滴液体约为1 mL)?学生们通过计算,认识到由此产生的滴定误差为0.25%,已超出0.1%的误差要求,在今后实验中对颜色观察和半滴操作就格外重视了。

总之,诸附加题在教材上不易找到答案,需学生深入分析后才能解决。

为了检验学生的分析能力和协作精神,各附加思考题在课堂讨论时才推出,要求学生经短时间商议后给出解答,以见证其讨论情况,避免走过场。不过在事先发布13个问题时,应提醒他们有附加题,以做好心理和知识准备。

按一般教学大纲,滴定分析概论约为2-3学时,故课堂讨论时一个问题只能由一个小组回答,以缩短时间。若13个问题全部由学生回答,课堂时间也不够。于是我们筛选出一部分(如8个)交给学生讨论,其余(如5个)问题由教师简单讲解,故全班的分组数就取决于本章学生讨论的问题数(如分8个组)。诸问题哪些由教师讲解,哪些由学生讨论,学生事先并不知情,需要对所有问题进行准备。

课堂讨论时,各小组讨论的题目由现场抽签随机决定。因各题目难度有异,加之讨论结果与成绩挂钩,此方式无疑争议最小。故不论“全讨论”或“重点讨论”,每组的题目均现场抽签。出于平衡,教师可按难度将各题得分乘以难度系数(取值一般为1-1.5),使成绩更加公平。

若全班学生经讨论后仍找不到正确答案(一般很少出现,若出现则表明该附加思考题难度太大,需要调整),可由教师引导学生一步步分析,直至得到最终结论。

3.2 讨论式教学在容量分析教学中的具体运用

容量分析包括酸碱滴定法、络合滴定法、氧化还原滴定法和沉淀滴定法,在专业上具有至关重要的地位和作用^[4,5]。与滴定分析概论相比,所涉及的原理、方法和关系要复杂得多,对多数院校低年级学生,不宜开展“全讨论”,可采用“重点讨论”的教学模式。选择讨论内容时,我们主要强调三项原则:

(1)讨论内容应有利于学生对重点知识的认识和掌握。

教学的目的在于使学生掌握相应的认知目标,讨论式教学应紧扣教材的重难点进行设计,以利于

学生对目标的认识和掌握。以分布分数为例,它是容量分析的重要参数,是开启各型体平衡浓度问题的一把关键性钥匙。为了促进学生对该参数的理解和应用,我们在介绍了其含义、作用和计算关系后,提出了两个思考题:① 碱性物质的分布分数该怎样处理?② 分别将含有相同物质的量的醋酸、醋酸钠溶液的体积和pH调至相同,二溶液中醋酸根离子的数量是否相同?若不同,谁多谁少?对问题①,一般资料只介绍了弱酸及各型体分布分数的处理方法,碱性物质则未提及;通过讨论,学生了解到有两种解决方法,一是通过解离平衡用 $[\text{OH}^-]$ 和 K_b 处理,二是将碱性物质视为酸解离出的型体仍按酸性物质的方法处理。这样不仅使学生增加了处理方法的选择性,还可拓展思维,对酸碱性物质的相互关系有更深入的认识。对问题②,由于学生初步接触分布分数,尚不习惯用它解决实际问题,从讨论看,多数学生仍按化学平衡或电荷平衡的关系去分析,易掉入“谁多谁少”的陷阱。其实,该问题用电荷平衡处理行不通,因为它没有指明用什么物质及多少量去调节溶液的pH,无法建立电荷平衡关系。若立足分布分数,通过分布分数与平衡浓度的关系去处理,不难得出正确结论。通过问题②的讨论,可使学生充分认识到分布分数在处理浓度关系时的重大作用,为后继学习打下良好基础。

(2) 讨论内容应有利于各知识体系之间的融会贯通。

化学是一门综合性很强的学科,各知识板块相互关联渗透,共同推动了学科发展。这就要求学习者不仅要掌握各板块的基础知识,还能综合运用这些知识跨板块解决实际问题。我们在沉淀滴定的教学中,随进度陆续提出4个思考题:① 为什么莫尔法的适宜酸度以 $\text{pH} = 6.50 - 10.50$ 为宜?依据何在?② 为什么 AgI 、 AgSCN 要强烈吸附 I^- 和 SCN^- ,而 AgCl 、 AgBr 、 AgCN 对 Cl^- 、 Br^- 、 CN^- 的吸附作用则要弱得多?③ 能否用莫尔法直接测定 Ag^+ ?④ 莫尔法不能测 SCN^- ,缘于滴定产物 AgSCN 对 SCN^- 有强烈的吸附作用。而佛尔哈德法的滴定产物同样是 AgSCN ,为什么却可以用来测定 SCN^- ?对问题①,涉及到 AgOH 的沉淀平衡、 CrO_4^{2-} 和 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 的转化以及颜色干扰等因素,对大一学生有较强的挑战性。对问题②,需将微粒之间的相互作用如色散力联系起来,而一价负离子的离子半径和变形性是色散力大小的决定因素。问题④与问题②是类似的,但需要学生明确两点:一是溶液环境不同,吸附对象也就不同(莫尔法中沉淀的吸附对象是 SCN^- ,佛尔哈德法中沉淀的吸附对象是 Ag^+);二是正离子的变形性比负离子要小。以上讨论,需要学生将无机化学的基础知识与分析化学的实践相结合,既能巩固旧有知识,又能锻炼他们分析和解决问题的能力,可谓一举两得。

(3) 讨论内容应有利于学生发散思维的训练和应用。

当今教育非常强调对受教育者创新能力的培养,美国心理学家吉尔福特认为:发散思维是创造思维的核心,代表一个人的创造能力^[2]。大一学生刚从中学应试教育中摆脱出来,这方面的能力较欠缺,利用讨论式教学进行发散思维的培养和训练,很有必要。我们以学科要求为基础,拟定了一些开放性的讨论题,以拓展其思维。

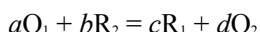
如讲到两性物质 $[\text{H}^+]$ 计算时,我们以质子平衡为基础,推导出了一个能用于各类两性物质的计算通式(忽略二级及以下解离):

$$[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{K_w + K_a[\text{弱酸}]}{K_w + K_b[\text{弱碱}]} K_w}$$

在讲解了该式的应用后,我们提出一个问题:该关系式有什么特点和重要作用?就特点看,细心的学生可发现该式分子对应的是弱酸 $[\text{H}^+]$ 的计算关系,分母对应的是弱碱 $[\text{OH}^-]$ 的计算关系,该式是将弱酸和弱碱的处理融为一体。但其重要作用学生认识都较肤浅,仅限于两性物质范围内。此时可适当提示:该式能否计算其他酸碱性物质的 $[\text{H}^+]$?经过分析和思考,某些学生能发现该关系式可以用来计算弱酸和弱碱的 $[\text{H}^+]$,也有少数思路开阔的学生能够发现该式可以用来计算强酸和强碱的 $[\text{H}^+]$ (以强酸为例,从数学上看,分子中 $K_a[\text{强酸}]$ 为不定式,可按酸的解离关系将它替换为 $[\text{H}^+][\text{酸根}]$,而 $[\text{酸根}] = c_{\text{酸}}$,代入后即为强酸的精确计算式;强碱与此类似。),这意味着该式是所有酸碱性物质在

不考虑二级及以下解离条件下 $[H^+]$ 的计算通式。讨论至此,若学生没有更深入的发现,教师可进一步提示:在两性物质的溶液中,若增加一种强酸,计算关系又怎样?增加弱酸呢?增加强碱呢?增加弱碱呢?学生根据质子平衡,可发现增加一强酸, $[H^+]$ 的计算只需在该式分子中增加一项 $[H^+]c_{\text{酸}}$ 即可;增加一弱酸,只需要在该式分子中增加一项 $K_a[\text{弱酸}]$ 即可。反之,若增加一种强碱,只需在该式分母中增加一项 $[OH^-]c_{\text{碱}}$ 即可;增加一弱碱,只需在该式分母中增加一项 $K_b[\text{弱碱}]$ 即可。这使一些复杂酸碱体系 $[H^+]$ 处理有规律和较为简单了。

氧化还原滴定中,我们介绍了对称性氧化还原滴定 φ_{sp} 的计算式后,向学生提出:不对称性氧化还原滴定 φ_{sp} 又该怎样处理?以拓展其思维。为便于检验讨论结果,我们将滴定反应作了统一规定:



要求结果中只含有 R_1 的浓度。解题的关键是电极反应式的书写,可提示他们按实际的滴定反应方向及关系配置和处理系数。本题对大一学生而言难度较大,给他们思考的时间也较长,奖励分值也较大。

沉淀滴定中,各教材均指出莫尔法不能直接滴定未知 Ag^+ 溶液^[4,5]。但我们给学生提出“能否用莫尔法直接测定 Ag^+ ?”(见沉淀滴定思考题③)这里我们将“直接滴定”改为“直接测定”,虽是一字之差,但后者包含的操作方式更为灵活,若不仔细琢磨,易掉入否定的陷阱。操作时只需倒过来,将NaCl标准溶液置于锥形瓶中,未知 Ag^+ 溶液装入滴定管,即可直接测定 $[Ag^+]$ 。学生只有具备一定的发散思维能力,才能得到这种有一定颠覆性的结论。

经过分析讨论,学生逐渐打开了思维的禁锢,审视事物的视野更加开阔,学习氛围也日趋活跃,不时涌现一些新的想法或观点。如在沉淀滴定中,有学生指出:用佛尔哈德法测 SCN^- 不必用返滴定法,只需将未知的 SCN^- 溶液装入滴定管,标准 Ag^+ 溶液盛于锥形瓶,直接滴定即可。这在传统教学中是难以想象的。

4 结 语

通过实施讨论式教学,并摒弃了代表发言的方式后,激发了每位学生学习的积极性,加深了对分析化学知识的理解和认识,切实培养了他们分析和解决问题的能力及团结协作意识。我们从2010年试行讨论式教学,2013年正式实施,表1列出了实施前后3届学生课后无记名调查结果及期末考试统计,总体看有一定效果。

表1 历届学生分析化学调查结果及期末考试统计

调查对象	被调查人数	对教学的满意度	期末考试平均成绩
2007—2009年	368	82.64%	78.96
2013—2015年	458	85.13%	79.74

当然,目前看我们所开展的讨论式教学也有不足之处。如受课时限制和学生本身学习习惯的影响,不能像国外许多院校那样将所有章节内容实行全讨论,讨论面也略显狭窄,有待今后教学实践中逐步改进和完善。

参 考 文 献

- [1] 侯德林. 辽宁教育学院学报, 2003, 20 (6), 56.
- [2] 孙俊梅, 漆文胜, 甘 亚, 罗 雯. 教育与教学研究, 2010, 24 (5), 74.
- [3] 程永翔. 课程教育研究, 2015, 2月上旬刊, 239.
- [4] 武汉大学. 分析化学. 第5版. 北京: 高等教育出版社, 2006: 4—280.
- [5] 华中师范大学, 陕西师范大学, 东北师范大学, 北京师范大学. 分析化学(上册). 第4版. 北京: 高等教育出版社, 2011: 117—299.