



# 借助模糊处理促进学生概念学习的能力发展

## ——以“共价键”教学为例\*

宋 煜 陈云仙

(无锡市第六高级中学 江苏 无锡 214023)

**摘要:**为帮助学生理解共价键的概念内涵,通过场景感悟、知识引申、递进抽象、概念聚合等模糊处理,以尝试活动、试误、开放式过程性评价为平台,帮助学生完善前概念,获得相对优化的知识结构,提升概念学习等级的教学实践和思考。

**关键词:**概念教学;模糊处理;学业水平等级;点阵数码笔

**文章编号:**1008-0546(2018)01-0059-05

**中图分类号:**G633.8

**文献标识码:**B

**doi:**10.3969/j.issn.1008-0546.2018.01.019

概念教学一般以探究学习为前提,通过修正、完善学生的前概念,使学生获得相对比较好的知识结构的<sup>[1]</sup>。帮助学生建立以概念为节点的认知结构,有助于进一步理解化学科学的内在本质。将知识结构教给学生,选择适当的教学方法至关重要。精确教学法是教师经常采用的一种教学方式,即将概念分解为多个组块,逐步精确地解析,学习误差一次纠正,评估一律量化,力求学生一步到位地理解概念<sup>[2]</sup>。但精确教学可能因学生自主学习时间锐减,导致学生对概念的理解只能达到“知道、领会、应用”层级,究其原因,是违背了学生基本的认知规律。美国学者伯克利指出“人的认知能力有一定的模糊特性,这种特征普遍存在而精确性则是相对的”<sup>[3]</sup>。学习时,无论是知识的表征、问题的解决方式、定性或定量的测定方法,包括得出的结论都是模糊的。因此,将“模糊理念”引入概念教学,帮助学生在众多事实中,可以抓住概念的主要特征,在扩展和提炼概念方面更为有效。接下来,以“共价键”为例,说明模糊处理在促进学生化学概念学习的实践体会。

### 一、教学准备

#### 1. 教材分析

“共价键”是苏教版必修2教材专题1第二单元“微粒之间的相互作用”第2课时内容。教材介绍的共价键是经典化学键的内容,概念所涉及的物质结构的知识是非常粗浅的,没有全面解释分子中原子的相互作用,也无法解释所有分子的结构,只是对化学键理论做最通俗的介绍,不是共价键的核心知识,这

与高一学生的基本认知技能相匹配。但教材提供了包括文本、图片等教学素材,有助于学生理解共价键的基本概念。素材依据功能分为:(1)“交流与讨论”栏目,以熟悉氯化氢分子、水分子为例,帮助学生领悟“共价键形成过程中各原子最外层电子排布变化”的内涵。(2)“观察与思考”栏目,借助“乙烷、乙烯、乙炔、丁烷、环己烷”的结构式,使学生形成“碳原子连接方式的多样性是导致有机物种类繁多的原因之一”的意识。(3)“表1-8”展示了“HCl、Cl<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O、NH<sub>3</sub>、CH<sub>4</sub>”的电子式、结构式、球棍和比例模型,选择适当的方法引导学生发现隐藏于表格之中的信息,有利于概念特征的提炼<sup>[4]</sup>。

#### 2. 学情分析

“共价键”在高中阶段学业质量水平可分为4个等级(如图1所示),本课时是在“离子键、离子化合物、电子式”等前概念的基础上,进一步完善“原子是怎样构成物质”“微粒之间的相互作用”等概念,隶属第1、2等级<sup>[5]</sup>。虽然离子键和共价键的形成过程,电子运动和原子相互结合的方式,共价化合物与离子化合物的电子式均有明显的不同,学生的综合探究技能不高,但并不意味着学生的概念学习只能停留在低级水平。从学生熟悉的共价分子入手,通过观察、分析、比较等活动,完全可以开发学生从微粒、微粒间作用力的角度对物质进行综合表征的能力(等级3)。通过概括、总结、运用等活动,也能激发学生根据物质的类别、组成、微粒结构等信息,评估、说明或预测自己结论的合理性(等级4)。

\*本文系江苏省教育科学“十二五”规划课题《基于“问题”的高阶思维教学研究》(B-a/2015/02/074)和江苏省教育科学“十二五”规划课题《促进学生深度学习的中学化学概念教学研究》(B-b/2015/02/216)阶段性成果。

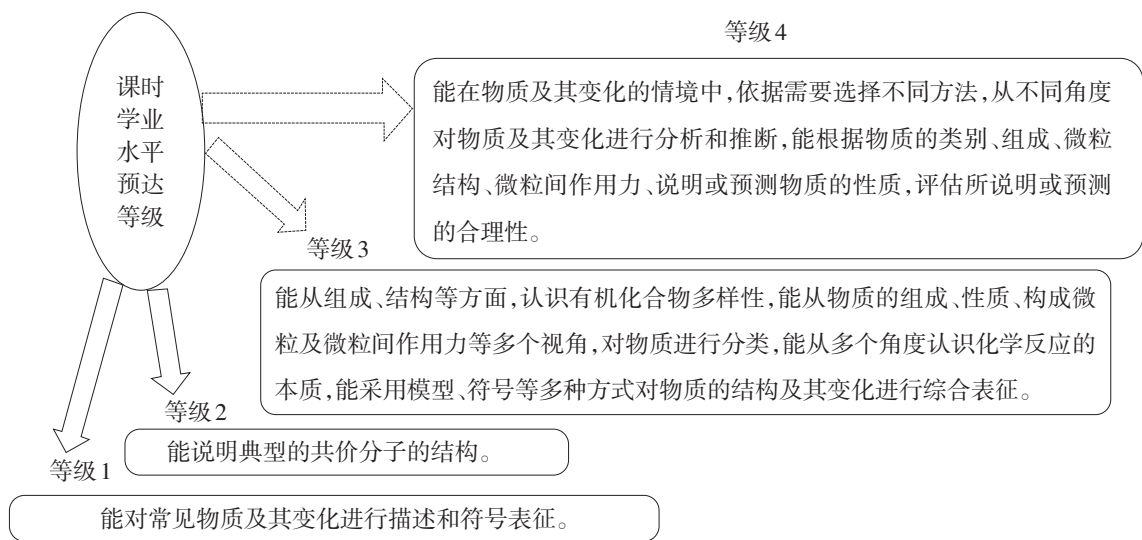


图1 共价键概念高中阶段学业水平等级

### 3. 教学辅助手段的选择

#### (1) 点阵数码笔

点阵数码笔是运用数字光学点阵技术,在普通纸张上印刷一层不可见的点阵图案,数码笔前端的高速摄像头随时捕捉笔尖的运动轨迹,获取的数据通过“蓝牙”向电脑传输信息的新型书写工具<sup>[6]</sup>。共价键教学中所有纸笔活动,如学生得出结论的展示、电子式和结构式的试写等,都可以借助点阵笔实时同步到电脑中(每位同学都有“A、B、C”“1-12”某一个对应编码),保证教师可以随时了解学生的学习状况,给予学生集体或个体及时的指导和反馈。此外,这种技术只要求学生在纸张上随意书写,更容易激发学生模糊探究的灵感和创意。

#### (2) 微视频

由于碳原子形成共价键的能力强和成键方式多,因此以碳元素为桥梁录制2min左右的微视频。介绍“石墨烯”在柔性电子触摸屏、飞机的复合材料、硅的替代品的半导体、防弹衣、发热服等领域的广泛用途。并提出“石墨烯”的碳原子之间是通过什么作用力相互作用的问题。微视频的基本出发点,是让学生感受到石墨烯的生活价值,力图激发学生的学习兴趣,产生对其微观结构、微粒间作用力进一步探究的愿望,并以此作为共价键概念的学习主线贯穿于始终。

#### (3) 电脑模拟动画、场景剧和球棍模型

物质的微观结构比较抽象,学生的想象能力不强,要将与共价键相关的概念具体化、形象化,才能增强学生探究未知领域的信心。如原子相互结合是动

态过程,教学时不能只从文字描述和定义来解释说明。以氯化氢分子的形成过程为具体案例,借助flash动画模拟和学生表演场景剧等手段,使学生能够联想到微粒运动的情景,再用电子式尝试着表征氢原子和氯原子的结合过程。再如使用球棍模型拼接 $\text{NH}_3$ 、 $\text{CCl}_4$ 等分子,帮助学生直观地感受共价分子中的键型、键角和原子的空间相对位置等微观结构。

## 二、教学设计

### 1. 教学重点和难点

共价键的概念、形成及其特征,常见共价分子电子式书写。学生概括、推理、抽象思维能力的提升。

### 2. 教学目标

(1) 知识与技能。掌握共价键的概念,共价键的成因及存在;熟练运用电子式来表示常见共价分子。(2) 过程与方法。培养学生抽象思维和综合概括能力,掌握从初步到一般的概念学习方法。(3) 情感态度与价值观。通过场景表演、独立尝试、交流讨论、成果展示等,让学生体验从宏观现象到微观本质的认识事物的科学方法,感受自主、合作、表征在模糊学习中的价值。

### 3. 教学流程(图2)

## 三、教学实录

1. 通过场景式模糊处理,让学生身临其境了解共价键的本质

[导入]播放“石墨烯视频”。目前,石墨烯最有潜力的应用是成为硅的替代品,制造超微型晶体管,计算机处理器的运行速度将会快数百倍。清华大学微

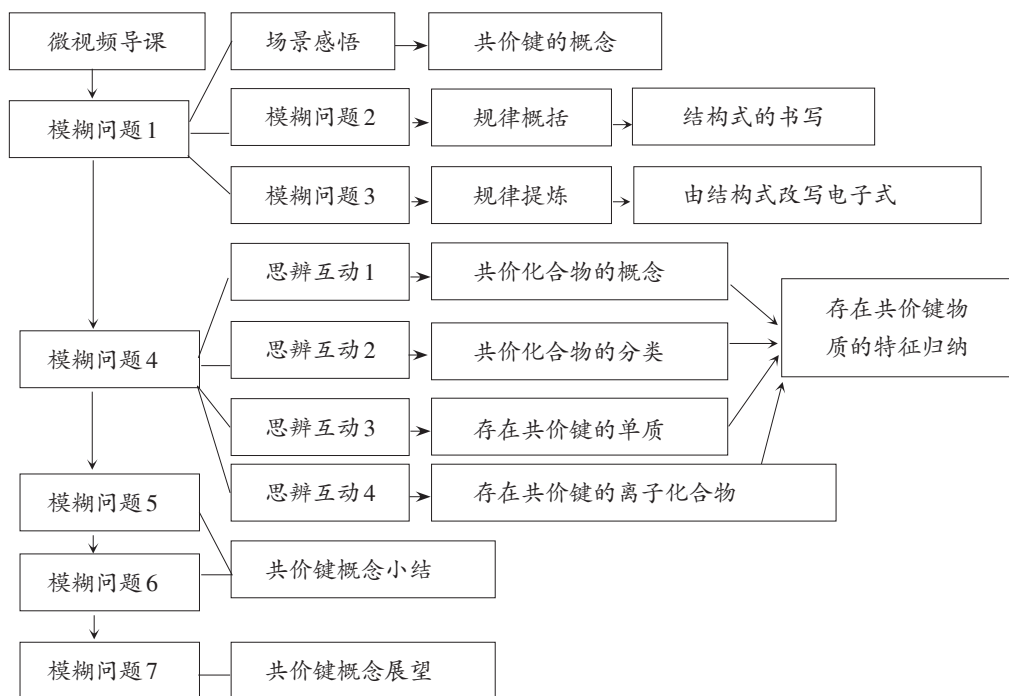


图2 共价键教学流程

电子所任天令教授的课题组发明的“智能石墨烯人工喉”有望在未来解决聋哑人的“说话”难题,有必要结合本单元主题探讨具有如此潜力的石墨的微观结构。

[尝试活动]模糊问题1.石墨烯的碳原子之间的相互作用是离子键吗?谈谈如果有哪类原子就可能含有离子键?这类原子在“电子得失角度”的共同特点是什么?

[试答]不是。离子键存在阴阳离子。一般与金属元素有关。金属元素最外层电子少易失去电子形成阳离子。而碳原子是非金属元素不会通过离子键相互作用。

[过渡]这位同学阐述的要点是碳元素是非金属元素,而金属元素易失去电子形成离子键,那么碳原子是通过什么作用力相互结合?以氯化氢分子为例,感悟一下非金属元素原子相互化合的过程。

[情景模拟剧]选3位同学分别代表氢气、氯气和旁白。(提供脚本和flash动画演示)

[场景归纳]用电子式表示氯化氢分子的形成。氢原子和氯原子间共用最外层上的电子,形成共用电子对达到“8(或2)”电子稳定的电子层结构。

[概念初建]共价键:原子间通过共用电子对所形成的强烈的相互作用。

[试用]用电子式表示氢分子的形成?(学生板演)

[评价]氢分子中的氢原子之间也是以共价键相互作用的。

[结构式引入]了解共价键后需要掌握它的表示方法,除电子式外还可以用结构式表示,阅读教材14页“结构式”的书写要点。

[试用]氯化氢、氢气的结构式。

2.通过引申式模糊处理,让学生逐步抽象理解共价键的内涵

[尝试活动]模糊问题2.书写结构式的关键需要知晓每个原子可形成共用电子对的数目。翻看教材14页“表1-8”和“观察与思考图1-9”HCl、Cl<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O、NH<sub>3</sub>、乙烷、乙烯等分子的信息,根据需要可以使用球棍拼接出你了解的分子模型,并思考原子形成的共用电子对数目与原子的最外层电子数的关系。

[规律概括]H、Cl、C、N、O五种原子的共用电子对数目(短线)分别为1、1、4、3、2,这些原子的最外层电子数分别是1、7、4、5、6,我认为共用电子对数目=8-最外层电子数。

[结论试误1]老师认为“氢最外层1个电子,8-1=7”,好像不适用,有同学为我解惑吗?

[概念补充]氢外层只有1个电子层,最多容纳电子数为2,应该用2-1=1。

[结论试误2]试着用同学归纳的结论,写出HF、



$\text{CCl}_4$ 、 $\text{N}_2$ 的结构式。

[互评]在电脑中随机调取“A2、A6、B1、B5、C2、C4”六位同学的结果,请自己或其他同学说明作答的合理性。

[疑难点提取]其中两位同学 $\text{N}_2$ 的结构式,标识的共用电子对数目为3,但是N之间却只画了一条短线,他们认为原子之间只能有一对电子。请持不同意见的同学谈谈你的想法。

[概念修正]我原本认为原子之间只能共用一对电子对,但是看到乙烯和乙炔分子中的C之间有两条和三条短线,所以认为N之间也可以有三条短线,这样每个N才能共用三对电子达到稳定结构。

[尝试活动]模糊问题3.结构式书写很方便,能否将结构式直接改写成电子式?根据 $\text{HCl}$ 、 $\text{H}_2$ 的结构式和电子式,先自己独立思考再与同桌同学交流“由结构式改写为电子式的窍门”。

[结论展示]老师在电脑终端看到一位同学给出的窍门很简单,只有“改、分、补”几个字,请你解释一下。

[规律提炼]我以氯化氢为例,结构式中一条短线改为一对电子,这一对电子被2个原子平分,氢原子最外层只有1个电子,所以不要增补电子,氯原子最外层有7个电子,所以还要补出来6个电子。简单归纳就是“改、分、补”3个字。

[教师追问]这个规律非常简单实用。但对于“补”字有一个疑问?电子是单独还是成对补上去呢?

[概念完善]我认为是成对补上去,因为这样原子才稳定。

[其他学生试用、样例学生评价]写出 $\text{HF}$ 、 $\text{CCl}_4$ 、 $\text{N}_2$ 的电子式。

[教师点评]电子式也可以从每个原子的最外层是否达到稳定的角度来检查,如 $\text{N}_2$ 每个N原子 $\text{N} \text{---} \text{N}$ 最外层都达到8电子饱和结构。

[模糊问题1解答]石墨烯的碳原子之间是通过什么作用力相互结合?共价键。

3. 通过递进式模糊处理,让学生抽丝剥茧理清共价键的知识结构

[尝试活动]模糊问题4.不只是石墨烯的碳原子之间存在共价键。A  $\text{HCl}$ 、B  $\text{CO}_2$ 、C  $\text{H}_2\text{O}$ 、D  $\text{Cl}_2$ 、E  $\text{KOH}$ 、F  $\text{NH}_3$ 、G  $\text{AlCl}_3$ 、H 金刚石、I 白磷。以上9种物质均存在共价键,按照其组成它们可以分几类?每类物质的共同特征是什么?

[结论展示]电脑信息显示,这些物质被同学们分为3类:化合物、单质、离子化合物,请同学分别加以说明。

[思辨互动1]“A2”:我将 $\text{HCl}$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{NH}_3$ 、 $\text{AlCl}_3$ 这几种物质归为一类,它们是两种元素构成的化合物。

师:它们是离子化合物吗?含有离子键吗?

生:不是,除了 $\text{AlCl}_3$ 外,剩余都是非金属元素原子构成的。不含离子键不是离子化合物。

[概念初建]共价化合物:像这些分子中直接相邻的原子间均以共价键相结合的化合物。

[思辨互动2]根据你对离子化合物和共价化合物的理解,判断 $\text{AlCl}_3$ 属于哪类化合物?

生1:我认为不是离子化合物。因为 $\text{AlCl}_3$ 只含有两种元素,如果是离子化合物就必含有离子键,不可能存在共价键。

生2:离子化合物一般是ⅠA或ⅡA金属性强的金属元素,铝为ⅢA金属,不是离子化合物。

[概念补充]你们的直觉和论据一致的。共价化合物一般是非金属元素构成的,但像铝、铍的氯化物也属于共价化合物。

[思辨互动3]除了共价化合物外,“B5”同学认为存在共价键的物质还包括单质是哪类单质?

生: $\text{Cl}_2$ 、金刚石、白磷属于非金属单质。

[思辨互动4]“B1”同学认为某些离子化合物也存在共价键,满足什么特征的离子化合物含有共价键?

[试答] $\text{KOH}$ 是离子化合物含有离子键,钾离子和氢氧根之间是通过离子键相互作用的。氧原子和氢原子之间存在共价键,我认为像这样复杂一些的离子化合物含有共价键。

[规律归纳]共价键一般存在于共价化合物、非金属单质、含有原子团的复杂离子化合物中。

4. 通过聚合式模糊处理,让学生提纲挈领优化共价键的知识结构

[尝试活动]模糊问题5.次氯酸属于离子化合物还是共价化合物?写出它的电子式?并将思路表述出来。模糊问题6.二氧化碳的电子式这样写对不对,说明理由。



[概念小结1]我认为次氯酸是共价化合物,因为直接相邻的非金属原子都是通过共价键相连的化合



物。要写出次氯酸的结构式,需要预先计算每个原子的共用电子对数目,H-1、Cl-1、O-2,又调整元素的顺序为H、O、Cl,这样才能使每个原子的最外层都达到稳定结构。然后根据窍门改写成电子式。

[概念小结2]我分别对O、C进行分析,C未达到8

电子结构,所以这样 $\text{O}::\text{C}::\text{O}$ 表示不合理。先写

结构式再改写电子式,C和O之间共用2对电子,每个原子就可以达到稳定结构。

[尝试活动]模糊问题7.请根据14页“观察与思考”中乙烷、乙烯的结构式,使用球棍模型拼接出对应分子的结构。结合老师拼接的乙炔模型和你们的模型,谈谈三个分子中原子的空间构型有什么特点。

[学生]乙烷不是平面结构、乙烯是平面结构,乙炔是条线。

[阅读、展望]根据拼接模型可以看出“结构式”能大致显示分子中化学键的角度、原子的空间相对位置。还可以看出碳原子之间可以通过一对、两对或三对共用电子对相结合,不仅能彼此结合成碳链,也可以形成碳环,碳原子间连接方式的多样性,是有机物种类繁多的原因之一,这部分内容将在有机化合物和选修模块继续学习。

#### 四、教学启示

##### 1. 增加尝试活动有利于概念的提炼

化学概念的产生就是从感知具体的事实,经过由表及里、由感性到理性的形成过程。每个教学主题都应尽可能多地设计尝试活动,让学生通过场景感悟、找规律、思辨等活动,给学生创造提炼概念特征的机会。尝试活动有成功和失败两种结果,如果尝试活动让学生得不到及时反馈或反复体验到失败,那么就不能对学生的概念学习有促进作用。为此,提供“教科书”或教师的引领、示范,学习同伴的互助或评价,点阵数码笔和微视频等辅助手段,是通过尝试活动实现概念学习能力进阶的首要条件。

##### 2. 改变作答方式有利于概念的建模

化学概念形成是对获得各类信息进行概括和抽象的思维形式。学生的思维中存在原有的知识结构,也具有对新知识的同化和顺应能力,这就需要为学生构建运用多重思维做出推断的“能动”氛围。通常的问答模式如“因为……,所以……”,要求学生不是凭借直观的感受或者观察现象得出简单的结论,而是对

概念本质做出评判,这对概括能力不强的高一学生而言,可能会使之失去解决问题的愿望。但换成“满足……,就不是……”、“如果有……,就可能……”、“……的共同特点是……”等提问方式,学生就能利用自己经验和捕捉到的信息,凭借相似性来组织概念,根据分类为信息贴标签,使生成拥有学生特质的概念建模成为可能。

##### 3. 多次应用试误有利于概念的认定

如何对待学生生成的模糊结论?简单的正误评判使学生只注重结果,思维中存在的问题根本无法显现,“学习结果”没有得到真正的价值认证,学生也将逐渐失去再次尝试的渴求。什么知识是有用?很少学生回答“化学的专业知识”,学生认为“读写、思考、计算机能力”才是用得上的知识。换言之,在某些场合能够实际运用的知识,会让学生感到值得学习。因此,为学生提供概念“试误”成为模糊教学的必然。“试误”成立,模糊结论得到认同,“试误”不成立,前概念得到进一步修正或完善,这对概念的价值认定也具有积极意义。

##### 4. 开放评价标准有利于概念获得的完善

由于学生个体不同,思维方式和技能各不相同,即使相同的化学问题,也可能会得出不止一个结论,化学概念中某些知识原本就没有完美答案,只要在特定学段有利于学生优化自身知识结构的结论,就是“合理”结论。教学中尽量使用未设定统一标准的过程性评价,由于要求学生把思维成果表达出来,必将使其预测、综合、评价、表征等技能有了进一步发展的空间。有时学生会生成独创性的概念小结,对同伴优化个体的知识结构具有参考和启发作用。

#### 参考文献

- [1] 李运华.核心概念教学思维对儿童数学问题解决的影响[J].重庆师范大学学报(自然科学版),2014(2):114-117
- [2] 刘宏武.新课程的教学方法选择[M].北京:中央民族大学出版社,2004:127-129
- [3] 王娟,罗孝辉.模糊教学及其实践意义[J].昭通师范高等专科学校学报,2005(2):49-52
- [4] 王祖浩等.普通高中课程标准实验教科书(化学2)[M].南京:江苏凤凰教育出版社,2015
- [5] 中华人民共和国教育部.普通高中化学课程标准(实验)[M].北京:人民教育出版社,2003:4-11
- [6] 戎钢.网络环境下高中数学辅助学习模式的实践研究[D].苏州:苏州大学,2015