

明确概念的思维方法及其应用示例

黄华奇, 黄荣彬*

厦门大学化学化工学院, 福建 厦门 361005

摘要: 简要介绍了概念的有关知识和方法, 包括概念的内涵与外延, 概念的限制、划分、分解以及定义等, 指出一些化学教科书中存在的划分不恰当、定义不准确等问题, 并给出合乎思维规则的划分和定义。

关键词: 概念; 内涵; 外延; 定义; 划分

中图分类号: G64; O6

How to Make Concept Clear in General Chemistry Teaching

HUANG Huaqi, HUANG Rongbin*

College of Chemistry and Chemical Engineering, Xiamen University, Xiamen 361005, Fujian Province, P. R. China.

Abstract: There are some vague concepts and improper divisions of extension of concepts in some textbooks of chemistry, which is attributed to the lack of logical knowledge. Some knowledge and rules on the concepts such as intension, extension, definition and division were introduced to help teachers to overcome the shortages.

Key Words: Concept; Intension; Extension; Definition; Division

1 引言

在化学教学中, 教师通常要求学生明确概念, 可是往往没有教授学生明确概念的方法, 原因在于教师既不知道明确概念的方法, 也不知道有关概念的知识, 概念模糊或混乱在所难免, 影响思维品质。逻辑学提供了有关概念的知识和方法^[1-3], 但逻辑学在教育课程中并不普及。概念虽然是逻辑学的范畴, 但是与语言关系密切。概念要用语词表达, 语词构成语句, 非真即假的语句是为命题语句, 因此, 明确语词表达的概念是理解和判断命题真假的基础。命题表达思想, 因此概念是思想的出发点, 是思维的细胞。本文从逻辑学角度简单介绍一些有关概念的基本知识和方法, 并应用这些知识和方法对中学和大学的一些化学教科书以及一些课程规范性文件中存在的概念模糊、定义不准确、划分不恰当等问题进行梳理, 并给出合乎规则的陈述。

2 有关概念的基本知识、方法以及规则

要明确概念, 首先要学习有关概念的知识, 了解概念的涵义, 学会应用有关方法, 掌握和遵守有关规则。

2.1 概念的内涵和外延

人类思想的对象是事物, 任何事物都具有性质以及与其他事物之间的关系。这些性质和关系,

收稿: 2018-01-03; 录用: 2018-01-26; 网络发表: 2018-02-28

*通讯作者, Email: rbhuang@xmu.edu.cn

基金资助: 国家基础科学人才培养基金(J1310024)

我们通称为事物的属性。没有属性的事物不是我们思考的对象。属性有本质属性和非本质属性之分,同一类事物具有相同的本质属性。概念就是人的头脑反映事物本质属性(特有属性)的思维形式。概念是念,是存在于大脑中的东西,看不见摸不着,必须借助语言才能表达出来。语词是表达概念的声音与符号,是概念的语言形式,概念是语词的内容。概念反映事物本质属性的同时也就反映了具有这种特有属性的事物,因而概念有明确的内容和确定的对象范围,这两方面分别构成了概念的内涵和外延。

概念的内涵(intension)就是指反映在概念中的事物的特有属性。理性认识将事物分类,内涵也就反映了类的属性。概念的外延(extension)是指具有概念所反映的特有属性的对象,也就是类的成员,通常称为概念的适用范围,形象地用欧拉圈(Euler Circle, Euler 是瑞士数学家)来表示,属于同一类的对象都放在欧拉圈内,圈外无穷多的对象都不是这一类对象。概念的内涵与外延具有反变关系,内涵越多,外延越小,反之亦然。

2.2 概念的种类

世界上的事物各种各样,反映在人脑中的概念也多种多样。概念根据属性可划分为单独概念与普遍概念,或者,集合概念和非集合概念、绝对概念和相对概念、肯定概念和否定概念、属概念(大类)和种概念(小类)、实概念和虚概念等。

2.3 概念的限制、划分和分解

概念是按类的属性来区分事物,一个类的成员还可以按照类中具有相同属性的成员归为一小类。属概念(大类)和种概念(小类)用语词表达。由于小类的成员是大类的成员的一部分,外延比大类小,可以通过增加内涵,即对大类概念的语词加上限制词,来达到“增加内涵,减小外延”的目的。通过在表达概念的语词前面加上限定词,增加概念的内涵从而减小概念外延,从属概念过渡到种概念,这种思维方法,就是对概念的限制,例如,“金属元素”是属概念,在其前面加“过渡”一词作为限制词,增加了内涵,内涵越多外延越小,成为“过渡金属元素”,即从属概念(大类)变成了种(小类)概念,即是在属概念的大欧拉圈里面画出一个小的欧拉圈。但是,在一些表达概念的语词前面加上其他语词,并非都是限制作用,有的并不起增加内涵减小外延的作用,也就不是限制作用,例如,“错误的谬论”,前置词只起强调、修饰的作用。

对概念外延的划分就是以对象成员的一定性质为标准,将一个属概念分成若干个种概念,以达到明确概念外延的逻辑方法,形象一点的说法就是在大欧拉圈里画多个小欧拉圈。因此,划分以限制为依据,并需要遵守划分的规则^[1-3]。有一种特殊的划分方法,即二分法,它根据具有某种属性和不具有某种属性的概念外延矛盾关系来进行划分。分子由原子组成,所有的分子要么是单原子分子,要么是多原子分子,非此即彼,因此分子可以二分为单原子分子和多原子分子。

分解是思维中把作为整体的对象分成若干组成部分。反映整体的概念与反映组成部分的概念并不具有属和种,或者大类和小类的关系,整体与组成部分的外延是相异关系,不同组成部分也是相异关系;组成部分具有自己的属性,不具有整体的属性。划分可以树状线图表示,分解用射线状图表示,以示区别。

2.4 概念的定义、定义方法和规则

定义是明确概念内涵的逻辑方法,即揭示概念所反映的事物的特有属性。下定义的主要方法是“属加种差定义法”。用属加种差定义法给一个概念下定义时,首先找出被定义概念的最邻近的属概念,然后找出被定义概念与其他同级种概念之间的差别——种差(区别性特征),最后把最邻近的属概念与种差加在一起,用种差对属概念进行限制,使属概念外延变小,与被定义项概念外延成“全同关系”,这就构成了一个定义。给一个概念下定义需要遵守定义的规则,形式逻辑学提供了这些规则^[1-3]。

3 明确概念的方法在化学教学中的应用示例

3.1 概念划分方法的应用

3.1.1 原子间作用力的分类

化学是在分子层次上研究物质的组成、性质、结构与变化规律的科学。分子由原子组成，原子之间的作用力自然是化学研究的根本问题。原子间的作用力有强弱之分；“原子间强的作用力”定义为化学键，但是，“原子间弱的作用力”这个概念被很多教科书^[4-6]不恰当地用“分子间作用力”一词表达。原子间弱的作用力包括了范德华力和氢键，氢键有分子间和分子内的氢键之分，范德华力也有分子间的、分子内的范德华力之分。按照教科书^[4-6]对原子间弱作用力的划分，我们可以做如下三段论推理：“所有的分子内氢键都是氢键，所有的氢键都是分子间作用力，所以，所有的分子内氢键都是分子间作用力”，十分别扭。

原子间强的作用力(化学键)和原子间弱的作用力的外延之和，是原子间作用力的外延。教科书^[4-6]所说的“微粒间作用力”应该还包括原子核里面的质子之间的作用力，其外延大于原子间作用力，不符合“各子项外延之和必须等于母项的外延”规则。

本文提出如图 1 所示的划分，该划分符合规则，不足之处是还没有找到一个更合适的语词来表达“原子间弱的作用力”，暂且用“次级键”一词。



图 1 原子间作用力的划分

3.1.2 “amount of substance” 的单位 mol 是计数量单位

“量”(quantity)在科学上是非常重要的概念，它描述事物的多与少，是现象、物体或物质的特性，其大小可用一个数值和一个参照对象(量纲)表示。根据表示这个量大小的数值是否具有误差，可以把量这个属概念二分为有误差的量和没有误差的量。数学是客观实在的抽象，数学的量没有误差，也没有量纲，但用自然数计数的计数量，也称数量，其精度为 1，不存在误差，具有数学量的特征，量纲抽象为“个”。科学是关于客观实在的知识体系，基于测量，无论仪器精度多么高，都存在误差，所以科学量是有误差的量。通常所说的物理量，其实更指科学量。我们通常所说的物理(physical)有客观实在的意思，译为物理量容易理解为物理学的量，但我们又几乎没有化学量和生物学量之说。

化学学科中有一个非常重要的概念，amount of substance，它是用来度量组成宏观纯净物(substance)的微观粒子(分子，离子)数目的量，国内教科书翻译为“物质的量”。“物质的量”这个语词不能准确表达这个概念，首先，物质一词涵义太宽泛；其次，这里的“量”不明确，它是属概念，没有明确到种概念，不明确是数量、质量，还是其他量。其实，amount 与 quantity 应有区别，译为数量更准确。但目前确实难以找到一个合适的语词来表达它。

组成纯净物的微观粒子数量是计数量，不是科学量，有的教科书把它归为物理量似乎不太妥当^[7]。它理论上没有误差，它的单位 mol 不是物理量单位，而是计数量单位，正如“一打 12 个”的“打”，不是物理量单位一样。由于分子等微观粒子的计数现在技术上还不可能实现，需从测量的质量来计算得出粒子数量，所以从质量上来定义这个数量的时候，得在理论上假设同位素 ^{12}C 的测量没有误

差。但质量的测量是存在误差的，这个误差传递到粒子数量来。

3.2 概念定义方法的应用

在化学教学中，定义概念是必不可少的，例如：“单质就是由同种元素原子组成的纯净物”就是一个属加种差定义，其中，单质概念最邻近的属概念是纯净物，种差是“由同种元素原子组成的”，这合乎定义规则。又例如，“化合物就是由不同种元素原子组成的纯净物”，“同种元素原子”和“不同种元素原子”是矛盾关系，非此即彼，单质和化合物概念的外延之和就是纯净物概念的外延，符合划分规则。

3.2.1 化学键是原子之间强的作用力

“属加种差定义法”的重要依据是属种关系，概念的划分恰恰就是反映了概念的属种关系。依据教科书^[4-6]陈述的划分所反映的属种关系，“化学键”和“分子间作用力”是“微粒间作用力”属概念下的种概念，它们的种差是作用力的强弱不同，化学键是强的作用力；微粒间作用力是化学键种概念的最邻近的属概念。如果按此给化学键下一个属加种差定义，就是“化学键就是强的微粒间作用力”。但是，微粒间作用力的外延很大，不仅包括分子、原子之间的作用力，还包括质子、中子之间的作用力，而化学键仅仅是原子之间的作用力，定义项的外延大于被定义项，属于“定义过宽”。

3.2.2 氢卤酸就是卤化氢化合物

现行的绝大部分无机化学教科书以及一些文章定义氢卤酸为卤化氢的水溶液，氢氯酸(盐酸)是氯化氢的水溶液^[8-16]，而且有的教材^[12,14]介绍制取所谓“氢卤酸”(卤化氢的水溶液)的方法时却都介绍制取卤化氢化合物的方法。初中的化学课程就已经教授学生有关化学物质的分类了，酸、碱、盐都是化合物，氢卤酸是酸，所有的酸都是化合物，所以，氢卤酸是化合物；所有的化合物都是纯净物，所以，氢卤酸是纯净物。水溶液是混合物，混合物不是纯净物。所以把氢卤酸定义为卤化氢的水溶液，就把氢卤酸归属为混合物了，这是不对的。错误在于作者没有遵守下定义的规则，“错误归属”。

这个“约定俗成”的错误来源于对《中国化学会无机化学命名原则》^[17]的不同理解。

《中国化学会无机化学命名原则》的有关规定^[17]：“水溶液呈酸性的二元氢化物，除按一般二元化合物命名外，在水溶液中时，还可以视作无氧酸(也叫：氢酸)，命名为氢某酸；但是它们的盐则仅能视作极性二元化合物命名称为某化某”。可是，该命名规则所举的例子以及其他一些文章^[16]却视“‘水溶液呈酸性的二元氢化物’的水溶液”为无氧酸，这与视“水溶液呈酸性的二元氢化物为无氧酸”有本质区别，而文献^[18]同样引用该命名原则，但所举的例子却不同，它视“水溶液呈酸性的二元氢化物”为无氧酸，与命名规则一致，也符合定义规则。

从该命名规定的规定看，主语(讨论的对象)一直是“水溶液呈酸性的二元氢化物”，“在水溶液中时”是介词短语作状语而不是主语。视“‘水溶液呈酸性的二元氢化物’的水溶液”为无氧酸是错误的，是典型的概念混淆。视“水溶液呈酸性的二元氢化物”为无氧酸是正确的，氢卤酸(无氧酸)就是“水溶液呈酸性的卤化氢二元氢化物”，卤化氢的水溶液无一例外都是呈酸性的，故这不是限制，可略去，准确的定义就是，氢卤酸就是卤化氢化合物。

3.2.3 循环定义是无效的定义

下定义要注意避免“循环定义”，循环定义违反定义规则^[1-3]，是无效的定义。文献^[19]中提道：“化学是在原子、分子水平上研究物质的组成、结构、性质及其应用的一门基础自然科学”。实际上，原子和分子是两个不同的层次，化学学科不能既在分子水平上又在原子水平上。分子是化学的研究层次，化学对分子下了定义，“分子是由原子构成的保持化学性质的最小微粒”。分子由原子组成，不仅多个原子可以构成多原子分子，单个原子也可以构成单原子分子。分子可以二分为单原子分子和多原子分子。单原子分子是分子，对单原子分子的研究也是在分子层次上的研究，属于化学的层次。如果原子是化学的层次，那么，化学必须对原子概念做出定义。化学如何对原子下定义呢？可能的定义是，“原子是构成分子的最小微粒”，这个定义和上述分子的定义比较，就会发现这个定义

是“循环定义”，是无效的定义，没有揭示原子概念的内涵。原子不是化学的层次，是物理学的层次，原子的定义该由物理学给出。

4 结语

在明确概念上之所以存在上述缺陷，笔者认为这是我们化学界缺乏基本的思维规则所致。要明确概念，首先需要学习有关概念的知识和掌握明确概念的方法，这也是本文的目的。

概念作为思维的起点和细胞，它的明确和清晰对于思维后续的命题真假判断以及推理创造新知识等思想活动具有重要的作用。本文讨论了现行化学教科书中存在的诸如定义不准确、划分不恰当等概念不清问题，介绍了概念的内涵与外延等知识，陈述了概念的定义和划分的方法及规则，这对于在化学教学中克服一些教师所反映的“化学讲不清楚”的现象具有一定促进作用。

参 考 文 献

- [1] 陈波. 逻辑学十五讲. 北京: 北京大学出版社, 2008.
- [2] 华东师范大学哲学系逻辑学教研室. 形式逻辑. 上海: 华东师范大学出版社, 2009.
- [3] 中国人民大学哲学院逻辑学教研室. 逻辑学. 第3版. 北京: 中国人民大学出版社, 2014.
- [4] 曹锡章, 宋天佑, 王杏乔. 无机化学(上册). 第3版. 北京: 高等教育出版社, 1994.
- [5] 宋天佑, 程鹏, 王杏乔, 徐家宁. 无机化学(上册). 第2版. 北京: 高等教育出版社, 2009.
- [6] 王祖浩. 普通高中课程标准实验教科书 化学——物质结构与性质. 南京: 江苏教育出版社, 2009.
- [7] 史启祯. 无机化学与分析化学. 第2版. 北京: 高等教育出版社, 2005.
- [8] 北京师范大学, 华中师范大学, 南京师范大学无机化学教研室. 无机化学(上册). 北京: 人民教育出版社, 1981.
- [9] 严宣申, 王长富. 普通无机化学. 北京: 北京大学出版社, 1987.
- [10] 黄佩丽, 田荷珍. 基础元素化学. 北京: 北京师范大学出版社, 1994.
- [11] 曹锡章, 宋天佑, 王杏乔. 无机化学(下册). 第3版. 北京: 高等教育出版社, 1994.
- [12] 宋天佑, 程鹏, 徐家宁, 张丽荣. 无机化学(下册). 北京: 高等教育出版社, 2004.
- [13] 宋天佑. 简明无机化学. 北京: 高等教育出版社, 2007.
- [14] 刘新锦, 朱亚先, 高飞. 无机元素化学. 第2版. 北京: 科学出版社, 2010.
- [15] 宋天佑. 无机化学教程. 北京: 高等教育出版社, 2012.
- [16] 化学教育编辑部. 化学教育, 1983, No. 3, 56.
- [17] 中国化学会无机化学名词小组. 中国化学会无机化学命名原则: 1980. 北京: 科学出版社, 1982.
- [18] 中国科学院编译出版委员会名词室. 英汉化学化工词汇(增订本). 北京: 科学出版社, 1962.
- [19] 中华人民共和国教育部制订. 普通高中化学课程标准(实验). 北京: 人民教育出版社, 2008.