

从感性到理性的认识，用理论指导学习和探究

——以探究“元素周期律”为例

李彩霞

(广州英豪学校, 广东 广州 510960)

摘要: 了解原子核外电子排布规律, 原子最外层电子数、主要化合价、原子半径、金属性和非金属性的周期性变化; 探究元素周期表的结构、原子的最外层电子数和主要化合价之间的关系。通过探索规律, 让学生对元素和物质性质有了从感性到理性的认识, 并通过前期主族规律的学习, 类比探究元素的周期性规律。

关键词: 元素; 原子核外电子排布规律; 化合价; 原子半径; 周期律

一、元素周期律对后续学习的重要指导意义

元素周期律是元素性质呈现周期性变化实质的揭示。它把许多化学事实联系起来, 并在化学知识系统化过程中起过重要作用, 它使我们学习化学更加有规律可循。通过元素周期律, 我们可以了解和推导更多的陌生元素位置、原子结构和元素性质, 也可以预言新元素, 研究新农药, 寻找新的半导体材料、催化剂、耐高温耐腐蚀材料、寻找新的矿物质等, 它使我们对化学的研究减少了盲目性。可以说, 它是我们学习和探索化学的有力工具。

二、元素周期律学习现状分析

元素周期律的学习是基于深刻了解了元素周期表的结构、元素周期表的编排原则、同族元素原子结构和性质的相似性和递变性、初步了解了金属性和非金属性概念的基础上进行的。在前期内容学习的基础上, 对元素周期表进行周期性规律的探究。因此可以引导学生自主探究和总结规律, 通过前期金属性非金属性的探究实验, 类比探究方法, 借助实验和事实分析, 总结同一周期元素的金属性和非金属性的变化规律, 培养学生的归纳能力和逻辑推理能力。

三、教学环节分析

首先, 通过课前回顾同族元素原子电子层数、原子半径、元素金属性和非金属性的递变性, 为后边讨论元素周期性规律打下的铺垫, 以及为后边综合性了解整张元素周期表的规律打下铺垫。

(一) 教学背景分析

1. 教材分析。元素周期律是高中化学必修内容之一, 该规律主要阐述了元素性质的周期性变化, 表明了从金属到非金属元素过渡所呈现出来一种变化规律。学习“族”和周期元素的性质变化的特点, 可以帮助学生们掌握元素周期表中同族元素以及周期元素的规律, 有助于学生们去探究一些陌生元素的性质。同时, 元素周期律的应用还可以让学生们对于“构”“位”“性”有着进一步的认识。

2. 学情分析。高中学生已经初步具备了抽象化思维, 并且能够掌握有关于绘图和实验操作的技巧, 因此, 在教学的过程中, 可以让学生们通过绘图以及数据处理的方式来了解原子核外电子排布方式、原子半径以及化合价等内容, 剖析元素的变化规律。本节课的主要是帮助从感性化、主观化的认识到理想化、探究化的学习, 吸引学生们的化学兴趣, 进而积极主动地投入到课堂教学中。

(二) 学生自主学习阶段, 提高阅读和提取信息能力

原子是由原子核和核外电子构成的, 而不同的核外电子, 它们会分别在不同的区域内运动, 我们将这些区域简化为不连续的壳层, 那这个壳层我们也把它叫作电子层, 我们用 n 来表示。不同的电子层, 从内到外我们分别用 $1\sim 7$ 或用字母 $K\sim Q$ 来表示。

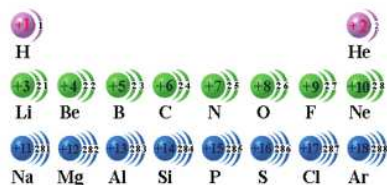
这部分内容比较简单, 通过自我学习就能获取的知识, 因此通过布置学生阅读并完成表格达到获取知识的目的。在跟学生核

对完表格信息后, 再补充核外电子的排布规律, 这部分内容学生比较容易混淆。特别是每层最多容纳 $2n^2$ 个电子, 同时要求最外层电子不超过 8 个 (K 为最外层不超过 2 个), 次外层不超过 18 个, 倒数第三层不超过 32 个电子的相互联系、相互制约的关系。这些实际上都是能量最低原理的体现。能量最低原理讲完后, 可以让学生画一下钾原子的原子结构示意图, 提问, 为什么钾原子的核外电子不是 $(19)399$ 的结构加深刻理解。

(三) 连环提问阶段, 提高学生的推理和归纳能力

这部分内容, 旨在引导学生通过观察原子结构示意图(图一), 并思考以下引导性的提问, 找出原子最外层电子数、化合价和原子半径的周期性变化规律, 以及原子最外层电子数和化合价之间的联系。

核外电子排布的周期性变化



图一 原子结构示意图

【问题 1】同一主族, 它们的原子结构示意图有什么相同点?

【问题 2】同一周期, 最外层电子数变化有什么规律?

【问题 3】最外层电子数会影响它们的化合价吗? 怎么影响? 这些元素(除稀有气体外)它们的最高正价和最低负价分别是什么?

【问题 4】同族元素的最高正价和最低负价是不是一定相等的?

【问题 5】族序数、原子的最外层电子数和最高正价的关系是什么?

【问题 6】拥有最高正价和最低负价的元素, 它们有什么共同特点, 最高正价和最低负价的关系是什么?

通过右图及以上连环提问和思考, 学生可以得出同一主族, 最外层电子数相同。第一周期, 元素原子的最外层电子数从 $1 \rightarrow 2$, 第二第三周期都是 $1 \rightarrow 8$ 。当最外层电子数没有达到稳定结构时, 会倾向于得到或失去电子以达到稳定结构。当失去电子, 则呈现正价, 当得到电子, 则呈现负价。元素的最高正价 = 原子的最外层电子数 = 主族序数, 当最外层电子数 < 4 , 只有正价; 最外层电子数 ≥ 4 , 正、负价都有。这里存在特殊元素, O 无最高正价, F 无正价。另外, 含有最高正价和最低负价的元素, 正价绝对值 + 负价绝对值 = 8。

此部分内容难度在于, 学生对于微观的最外层电子数分析,

难以联系上宏观的化合价问题，同时还需要联系元素周期表的编排原则，主族序数跟最外层电子数的关系。除了理解，还需要记忆较多的规律，这个也是学生初期接触价态规律的难点。

同一周期，电子层数相同，随着核电荷数的增大，原子核所带的正电荷越来越大。这种同周期，基于电子层数相同的原子，当原子核内所带的正电荷越来越大。

【问题7】大家猜测，原子核对核外电子的吸引力会有什么样的变化？原子半径因此又有怎样的变化？

【问题8】现行的元素周期表中，原子半径最大和原子半径最小的是谁？

提问7，学生能理解，当原子核对核外电子吸引力增大时，就相当于拔河时，当一个力气大的人拉一个力气小的乙方，它们之间的距离必然是会缩小的。因此，原子半径是随着核电荷数的递增，原子半径越来越小。因此，结合前期主族原子半径的变化规律和周期原子半径的变化规律，就能大体了解原子半径在整个元素周期表中的变化情况。

此部分的提问目的也在于让学生从本质的角度去理解原子半径的周期性变化，而不是简单从已获得的数据进行分析。

（四）类比应用阶段，用理论指导学习和探究

前期我们已经学习过了同族元素的金属性和非金属性递变性的判断方法。

【提问1】我们要用实验的方法探究第三周期元素的金属性和非金属性，可以通过做哪些实验来比较元素的金属性和非金属性？先思考可以判断金属性强弱的方法有哪些？

【学生1】与水反应，看剧烈程度；

【学生2】与氧气反应，看难易程度；

【学生3】金属单质之间的置换反应（K、Ca、Na除外）。

此部分，学生通过前期已学过的主族金属性和非金属性强弱的部分判断方法，进行回顾并类比应用到同一周期的金属性和非金属性的判断。这里需要引导学生注意，我们针对的是第三周期的金属，钠、镁、铝这三种金属进行探究。金属金属性强弱的探究，我们所做的实验需要的是现象比较明显的实验，因此钠和镁的金属性强弱比较我们优先用与水的反应进行探究，这也是我们课本中运用到的方法。而与冷水反应现象都不明显的镁和铝，那我们可不可以用一种同样简便的方法来替代呢？比如说同浓度的盐酸或稀硫酸，这里它们的现象一样观察的方便明显，可比性强。当然，除了这些方法，比如金属元素最高价氧化物对应水化物碱性的强弱也可以判断金属性强弱，只是它不常作为我们基于实验角度的判断方法。

非金属性强弱的判断方法，我们可以采取金属性同样的提问方式。

【提问2】同一周期非金属性强弱的比较方法有哪些？

【学生1】与氢气反应的难易程度和生成氢化物的稳定性；

【学生2】卤素单质间的置换反应（F₂除外）；

这部分除了让学生回忆并类比应用非金属性的判断方法，还需要让学生通过非金属元素硅、磷、硫、氯的化合价，写出它们对应氢化物的化学式。通过已知的单质与氢气反应的条件，判断出氢化物的相对稳定性。以下是这部分内容学生自主学习对应的表格（表一）。

表一 学生自主学习对应表

元素	氢化物化学式	单质与氢气的化合条件	氢化物的稳定性
₁₄ Si	SiH ₄	高温下少量反应	很不稳定
₁₅ P	PH ₃	磷蒸气，困难	不稳定
₁₆ S	H ₂ S	加热反应	较不稳定
₁₇ Cl	HCl	光照或点燃	稳定

当然，判断非金属性强弱，除了看与氢气反应的难易程度和氢化物的稳定性，还有非金属最高价氧化物对应水化物的酸性强弱也是可以判断的，这里需要给学生强调最高价态。所以，这部分元素周期律中的价态规律和非金属性金属性强弱判断方法在一定程度上联系起来。

最后，通过提问，让学生总体性归纳金属性和非金属性强弱的判断方法。大体分为实验判断法、反应之后对应产物判断法、结构判断法。比如，金属性强弱的判断方法，结构判断法即通过元素周期表判断，金属活动性顺序判断，越靠前，金属的活动性越强。具体如下表格（表二）。

表二 金属性和非金属性强弱的判断

	金属性强弱判断	非金属性强弱判断
实验判断法	与水或酸或氧气反应的剧烈程度；金属单质间的置换反应。	与氢气反应的难易条件或剧烈程度；卤素单质间的置换反应（F ₂ 不适用）
产物判断法	最高价氧化物对应水化物碱性强弱；根据金属阳离子氧化性强弱判断。	与氢气化合形成气态氢化物的稳定性判断；最高价氧化物对应水化物酸性强弱；根据气态氢化物或阴离子还原性强弱判断。
结构判断法	元素周期表；金属的活动性顺序，越靠前，金属的活动性越强。	元素周期表

探究式教学是高中化学学科之中比较常用的一种手段，其过程大致可以划分成为提出问题——做出假设——实验探究与——得出结论——提供信息——思考与讨论。教师在上述探究之中得出了非金属元素、金属元素的变化规律之后，然后教师提出全新的问题，从原子结构、原子电子得失以及元素置换反应来找到验证元素金属性强弱的另一种方法。在探究的过程中，教师注重引导学生进行推理和猜测，并且通过设计实验进行验证，并且将归纳法、演绎法应用的恰到好处，有效地培养了学生们的逻辑思维能力，进而达到培养学生化学核心素养的目的。

五、总结反思

（一）深度学习是从感性认识到理性掌握的前提

想要实现学生们从感性的认识到理想的掌握，那么教师需要帮助学生们投入到深度学习的状态下，将解决具有挑战性的问题作为外在的主线，将核心素养提升以及知识落实作为暗线。在设计教学活动或者实验流程的时候，教师符合学生们的认知发展规律。将知识与活动进行巧妙的融合，然后在假设、推理、论证、实验等流程下去提升学生们的综合能力以及思维。

（二）感性认识到理性掌握具有开放性的特点

从感性认识到理性的掌握需要借助体验式的教学活动，而这种教学活动具有较强的开放性和灵活性。教师需要根据课程要求来设计实验，发挥出学生们的主观能动性，让他们在合作探究之中寻找到解决问题的方法，进而达到落实化学核心素养的目的。

六、结论

元素周期表及元素周期律内容比较多，学生在学习的过程中很容易做出理解或记忆不清而产生混乱。因此，通过自主学习、对问题的思考、将前期所学知识类比应用，有助于学生找到并理解规律，增强对本质和表象知识的联系和理解。同时，通过学习元素周期律的内容，有助于提升学生的信息处理能力，推理和归纳能力，类比应用能力，学会通过已学知识学习和探索更多的未知的内容。

参考文献：

[1] 陈斐，张贤金. 凸显证据推理 揭示科学思维——以“元素周期律”教学改进为例[J]. 中学化学教学参考，2019（19）：4.