

# 基于“预测 - 验证 - 分析 - 结论” 策略的教学设计研究

——以碱金属元素的结构与性质为例

刘 静, 廉蕊嘉

宁波大学教师教育学院, 浙江 宁波

收稿日期: 2022年6月22日; 录用日期: 2022年7月21日; 发布日期: 2022年7月27日

---

## 摘 要

原子结构与元素性质之间的关系是认识元素周期表和元素周期律非常重要的内容。本文基于“预测 - 验证 - 分析 - 结论”的研究策略, 以碱金属元素为例, 从“宏观现象 - 微观解释 - 符号表征”来探究碱金属元素的结构和性质之间的关系, 构建认知模型, 形成认识元素和物质性质的新视角, 从而揭示元素性质的联系, 继而培养高中生“宏观辨识与微观探析”、“证据推理与模型认知”等学科核心素养。

## 关键词

原子结构与元素性质, 碱金属元素, 化学学科核心素养

---

# Research on Teaching Design Based on the Strategy of “Prediction-Verification- Analysis-Conclusion”

—Taking the Structure and Properties of Alkali  
Metal Elements as an Example

Jing Liu, Ruijia Lian

College of Teacher Education, Ningbo University, Ningbo Zhejiang

Received: Jun. 22<sup>nd</sup>, 2022; accepted: Jul. 21<sup>st</sup>, 2022; published: Jul. 27<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

The relationship between atomic structure and elemental properties is a very important element in the understanding of the periodic table and the periodic law of the elements. In this paper, based on the idea of “prediction-verification-analysis-conclusion”, we take the group of alkali metal elements as an example to explore the relationship between the structure and properties of alkali metal elements from “macroscopic phenomena-microscopic explanation-symbolic representation”, construct a cognitive model, and form a new perspective on the understanding of elements and properties. This study will reveal the connection between the properties of elements and matter, and develop the core qualities of “macroscopic identification and microscopic investigation” and “evidential reasoning and model cognition” in high school students.

## Keywords

Atomic Structure and Elemental Properties, Alkali Metal Elements, Core Literacy in Chemistry

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 教材和学情分析

本课选自新人教版高中化学必修一第四章《物质结构元素周期律》第一节原子结构与元素周期表的第三课时内容, 不仅是本节内容的重点, 也是本章的重点。该部分内容不仅是学生“宏观辨识与微观探析”、“证据推理与模型认知”等核心素养形成的重要载体[1], 对后面元素周期律知识的学习起到方法指导作用, 便于理解有关元素周期律的内容。教材主要从碱金属一族和卤族两方面探究结构与性质的内在联系。本课则以碱金属元素为例, 在演示实验的基础上, 探究同族元素的原子结构与元素性质之间的关系。教材首先以钠的结构与化学性质为参照物, 与其他几种碱金属元素的原子结构进行比较, 分析它们原子结构的相似性与递变性, 进而推论出它们性质的相似性与递变性, 引导学生掌握“预测-验证-分析-结论”的研究策略。之后以表格的形式呈现碱金属元素的物理性质的相似与递变规律, 从而归纳总结出碱金属元素一族的原子结构与性质之间的联系。

同时学生在初中阶段对原子结构有了初步的认识, 对于元素周期表并不陌生。同时在必修一第二章中已经学习了金属钠的有关性质, 为本节课学习奠定了基础。以学生已有经验为背景, 对原子结构和元素周期表进行拓展、深入, 更好地体会模型在人类认识世界的过程中所起的作用。通过实验事实了解同主族元素性质的递变规律, 巩固结构与性质的关系, 体会元素周期表的预测和归纳的作用。

## 2. “预测-验证-分析-结论”研究策略的含义

本文的“预测-验证-分析-结论”研究策略源自于POE教学策略, 这是由White R.T.和Gunstone R.F.在1992年提出的[2]。POE全称为Prediction-Observation-Explanation, 即“预测-观测-解释”, 预测是教学策略实施的起始阶段, 无论是在做实验探究内容还是非实验探究内容时, 学生在已有经验的基础上对事物都有一定的推测。在化学教育领域中, 根据物质的组成、结构和反应规律等, 预测元素及其化合物的性质[3]。观察是教学策略实施的重要阶段, 学生通过实验探究等活动会出现两种结果, 一种和自

己预测的一样, 一种产生认知冲突。这样便会激发学生的学习兴趣。解释是整个教学策略的核心阶段。学生通过观察分析和小组讨论发现观察与预测的差异, 反思自己的观点。教师引导学生逐步得出结论, 最后师生共同形成完整的科学概念。

“预测 - 验证 - 分析 - 结论”相比较 POE 策略而言增加了“验证”这一环节, 整个流程如图 1 所示。《普通高中化学课程标准(2017 年版 2020 年修订版)》中倡导“做中学”, 同时强调学生亲自动手做实验, 而“预测 - 验证 - 分析 - 结论”这一研究策略恰好与之相契合。它以学生为主体, 从问题出发, 关注学生的前概念, 并在实验进行过程中, 通过学生主动积极的观察和解释实现其自我概念转变、知识建构等等[4]。学生基于已有经验对所感兴趣的问题进行预测, 通过查找资料、做实验等方法对问题进行探究, 更能培养学生“证据推理”这一素养。分析是从“宏 - 微 - 符”的角度对问题进行分析和解释, 培养“宏观辨识和微观探析”素养。结论是对问题和结果进行总结。在探究原子结构与元素的性质时, 以碱金属为例采用这一策略进行教学。教学中通过钾和钠的性质对比, 预测钾的性质, 通过实验验证猜想, 并从微观角度分析得出结论。接着类比预测锂、铷、铯的性质并通过实验进一步验证了元素性质的相似性和递变性。整个教学设计中始终贯彻这一研究策略, 并使学生构建“位置”、“结构”、“性质”之间的内在联系, 引导学生认识原子结构与元素性质的关系, 使学生建立“结构决定性质”的观念, 预测和解释元素的性质, 提升学生的学科素养。



Figure 1. “Prediction-Validation-Analysis-Conclusion” research strategy process

图 1. “预测 - 验证 - 分析 - 结论”研究策略流程

### 3. 基于“预测 - 验证 - 分析 - 结论”策略的教学设计——以碱金属元素的结构与性质为例

#### 3.1. 教学目标

- 1) 以碱金属为例, 探究同族元素性质的相似性与递变性, 并从原子结构的角度预测与分析。
- 2) 通过对碱金属元素性质的探究, 掌握“预测 - 验证 - 分析 - 结论”的研究策略和“位置 - 结构 - 性质”的模型。
- 3) 从原子结构角度预测陌生金属元素镓的化学性质。
- 4) 体会模型对于认识事物所起的作用, 体会元素周期表的预测和归纳作用。

#### 3.2. 教学重难点

- 1) 教学重点: 从碱金属元素的原子结构角度预测与分析元素性质的递变规律。
- 2) 教学难点: 探寻同族元素的原子结构与元素性质之间的关系。

#### 3.3. 教学过程

本文的教学流程图如图 2 所示。

环节一: 化学史导入新课

[引入] 1869 年俄国化学家门捷列夫在编制元素周期表时, 发现与元素的相对原子质量大小有关系: 原子量变化大但是化合价变动小(+1~+7; -1~-4)原子量相差不大但是性质相差大, 如 K、Cl; 原子量相差大但性质相差不大, 如 Na、K。现代研究表明元素周期表中的同族元素之间存在着某种内在的联系。那么内在的联系是什么呢? 今天我们就以碱金属元素为例, 来探究它们的原子结构与元素性质之间的关系。

[设计意图]利用化学史导入, 介绍门捷列夫和现代研究理论, 揭示同族元素之间存在着某种联系, 从而引入本节课主题。

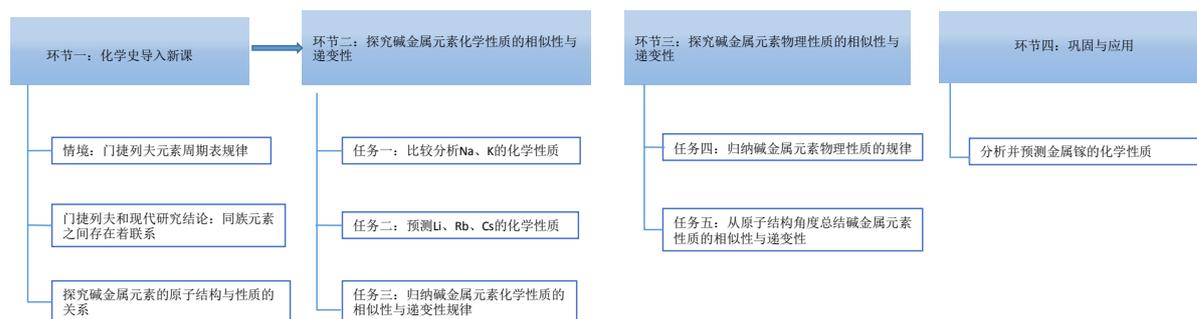


Figure 2. Teaching flow chart  
图 2. 教学流程图

### 环节二：探究碱金属元素化学性质的相似性与递变性

[引入]碱金属元素位于第 IA 族除氢以外的其他几种金属元素, 分别是锂、钠、钾、铷、铯、钫。钫是一种放射性元素, 在中学阶段不讨论。请大家画出 Li、Na、K 元素的原子结构示意图, 并把图 3 填写完整, 回答以下几个问题。

[问题] 1. 观察碱金属元素的原子结构示意图, 核外电子排布有什么特点?

从上到下, 碱金属元素原子的核电荷数、原子半径变化有什么特点?

同族元素之间有什么内在联系呢?

元素名称	元素符号	核电荷数	原子结构示意图	最外层电子数	电子层数	原子半径
锂						0.152
钠						0.186
钾						0.227
铷						0.248
铯						0.265

Figure 3. Alkali metal structure infographic  
图 3. 碱金属结构信息图

[活动]学生画出原子结构示意图(如图 4 和图 5), 讨论得出: 从上到下, 电子层数增多, 但最外层电子数都是 1; 碱金属元素的核电荷数增大, 原子半径增大。

[设计意图]从原子结构角度认识碱金属元素, 并找出其规律。

任务一: 比较分析 Na、K 的化学性质

[问题]回顾金属钠的化学性质, 并预测钾的性质

[预测]  $4\text{Na} + \text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{O}$ 、 $2\text{Na} + \text{O}_2 \triangleq \text{Na}_2\text{O}_2$ 、 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$ 。钾也能和氧气、水发生反应, 生成氧化钾、过氧化钾、氢氧化钾。

[设计意图]回顾钠的化学性质, 引发学生旧知, 培养学生学习迁移的能力。

[验证]教师演示实验: 金属钾与氧气的反应、金属钾与水的反应。

将干燥的坩埚加热, 同时切取一块绿豆大的钾, 用镊子夹取投到坩埚中。等钾溶化后撤掉酒精灯, 观察实验现象。

在烧杯中加入适量水, 滴入几滴酚酞溶液。切取绿豆大的钾, 用镊子夹取并投入到水中, 观察现象。

[问题]与你预测的是否一致? 与金属钠的反应现象相比, 有哪些不同。

[结论]钾与氧气加热反应时, 迅速燃烧, 与钠相比反应更剧烈。钾与水反应时, 迅速熔成一颗火球, 相较于钠与水反应更加剧烈。

[分析]

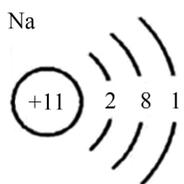


Figure 4. Schematic diagram of the atomic structure of sodium

图 4. 钠的原子结构示意图

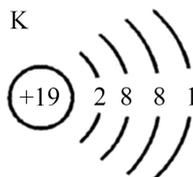


Figure 5. Schematic diagram of the atomic structure of potassium

图 5. 钾的原子结构示意图

1) 原子的最外层均为 1 个电子, 易失去一个电子, 形成 8 电子稳定结构。

2) 钾比钠多一个电子层, 核电荷数大, 原子半径更大, 原子核对最外层电子的吸引力减弱, 更易失去电子, 金属性更强。金属性即金属元素原子失去电子的能力。失电子能力越强, 金属性越强。

[活动]书写方程式, 对比钠与氧气、钠与水的反应。

[结论]  $4\text{K} + \text{O}_2 = 2\text{K}_2\text{O}$ 、 $2\text{K} + \text{O}_2 \triangleq \text{K}_2\text{O}_2$  产物复杂, 超氧化钾生成;  $2\text{K} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{KOH} + \text{H}_2 \uparrow$

[设计意图]从宏观现象到微观解释, 并进行符号表征。培养学生预测和解释的能力, 同时认识结构决定性质的思想。

任务二: 预测 Li、Rb、Cs 的化学性质

[活动]从原子结构的角度预测 Li、Rb、Cs 的化学性质。

[预测] Li 比 Na 少一个电子层, 原子半径小, 化学性质应该不如 Na 活泼, 反应现象不剧烈; Rb、Cs 比 Na 的电子层多, 原子半径大, 化学应该更加活泼, 反应现象更加剧烈。

[验证]播放实验视频: 锂、铷、铯与氧气、水的反应。对比预测与实际的反应现象。

[结论]  $4\text{Li} + \text{O}_2 \triangleq 2\text{Li}_2\text{O}$ , 缓慢氧化和燃烧产物都是  $\text{Li}_2\text{O}$ ;  $\text{Li} + \text{H}_2\text{O} = \text{LiOH} + \text{H}_2 \uparrow$ , 反应现象不如钠活泼。铷、铯遇空气立即燃烧, 铷、铯遇水剧烈反应, 甚至爆炸。

[设计意图]从“预测 - 验证 - 分析 - 结论”的研究策略来认识 Li、Rb、Cs 的化学性质规律。

任务三: 归纳总结碱金属元素化学性质的相似性与递变性

[结论]相似性: 都能和氧气、水发生反应, 与水反应成强碱; 递变性: Li、Na、K、Rb、Cs 性质越来越活泼, 与氧气、水反应越来越剧烈。

[拓展]金属性判断依据: 1) 利用单质与水(或酸)反应置换出氢的难易程度可以判断元素金属性的强弱; 2) 比较元素最高价氧化物对应的水化物 - 即氢氧化物的碱性强弱。

[问题]比较 Li、Na、K、Rb、Cs 的金属性强弱。

[结论]金属性强弱:  $\text{Li} < \text{Na} < \text{K} < \text{Rb} < \text{Cs}$ 。

[设计意图]归纳总结碱金属元素化学性质的相似性与递变性, 学会判断金属性强弱的方法。

环节三: 探究碱金属元素物理性质的相似性与递变性

任务四: 阅读教材 p95 表 4-2, 归纳碱金属元素物理性质的规律

[结论]相似性: Li、Na、K、Rb 都是银白色金属, Cs 略带金属光泽, 都能够导电导热; 递变性: Li、Na、K、Rb、Cs 的密度增大(K 反常), 熔、沸点依次降低。

任务五: 从原子结构角度总结碱金属元素性质的相似性与递变性

[总结]碱金属元素最外层电子数都是 1, 原子易失去一个电子, 表现出金属性, 都能与氧气、水发生反应; 随着核电荷数的增多, 电子层数增多, 原子半径逐渐增大, 原子失电子能力增强, 金属性增强, 与氧气、水反应更剧烈。

[设计意图]从原子结构角度总结碱金属元素性质的相似性与递变性规律, 认识结构决定性质的思想, 培养分析与总结能力。

环节四: 巩固与应用

[问题] 1875 年, 法国化学家布瓦博得朗发现并分离了元素镓(Ga), 请画出原子结构示意图(如图 6), 并大胆预测镓的性质。

[预测]

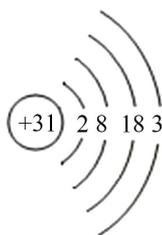


Figure 6. Schematic diagram of the atomic structure of gallium

图 6. 镓的原子结构示意图

相似性: 与 Al 同族, 最外层电子数为 3, 具有金属性, 与氧气反应生成  $\text{Ga}_2\text{O}_3$ , 与水反应生成  $\text{Ga}(\text{OH})_3$ , 与酸反应置换出氢气; 递变性: 比 Al 多一个电子层, 原子半径增大, 失电子能力增强, 金属性增强, 与酸、碱反应更加容易。

[设计意图]学会从熟悉元素性质来类比陌生金属元素, 增强学习迁移能力。

[总结]本节课探究了碱金属元素性质的相似性与递变性规律, 同时也学会了“预测 - 验证 - 分析 - 结论”的研究策略。结构决定性质, 结构也决定其位置。对于同族元素, 首先找到它们在元素周期表中的

位置, 分析它们原子结构的特点, 预测并验证它们性质的递变规律, 由此形成了“位置-结构-性质”的认识模型。对于同族的非金属元素该如何研究呢? 请同学们课后思考一下。

### 3.4. 教学反思

本节内容以“预测-验证-分析-结论”的研究策略和“位置-结构-性质”模型为主线进行设计, 主要培养学生从熟悉元素金属钠的性质, 通过类比并进行预测和分析陌生元素, 并通过实验验证碱金属元素的性质递变规律。总体呈现出从熟悉到陌生, 从宏观-微观-符号, 最后解决复杂的陌生问题-预测金属铯的性质, 不仅培养学生学习迁移的能力、解决复杂陌生问题的能力, 最重要形成了研究一类事物的认知模型。

### 3.5. 板书设计

本节内容从碱金属原子结构的特点分析预测与验证碱金属元素的化学性质和物理性质, 在板书设计这一块按照这个思路, 且设计时需要简洁明了, 具体如下图 7。

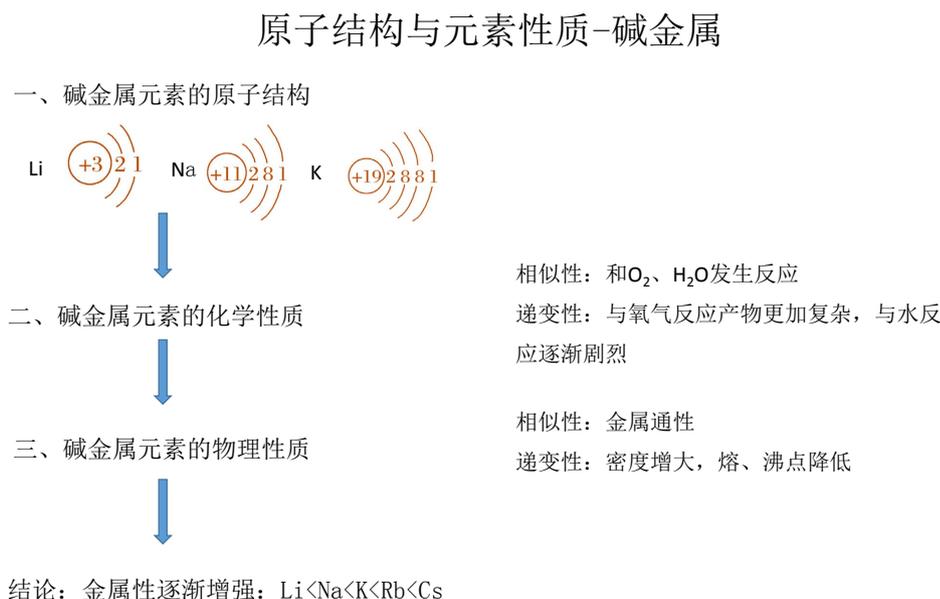


Figure 7. Typography design

图 7. 板书设计

### 参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 普通高中化学课程标准(2017年版 2020年修订)[S]. 北京: 人民教育出版社, 2020.
- [2] 邓琳, 王后雄. POE 教学策略在化学概念教学中的应用[J]. 中学化学, 2016(3): 1-3.
- [3] 申树芳, 张英锋. 基于 POE 策略的教学设计及实施——以碱金属元素原子结构与元素性质的教学为例[J]. 化学教与学, 2022(2): 43-45+42.
- [4] 苑凌云, 李鼎, 岳文虹, 杨吉. 实验室模拟酸雨形成条件的设计——基于 POE 教学策略融合数字化实验手段[J]. 化学教学, 2019(2): 58-61.