

基于证据推理的深度学习与能力培养

——以“电离能及其变化规律”为例

张 蕾

(山东省威海市第四中学, 山东 威海 264200)

摘要:新课标中对证据推理的要求是根据高中化学教学事实、现象、反应规律和原理等证据进行推理。作为实现有效教学的重要抓手,注重培养学生的证据推理素养,能有效锻炼学生的思维灵活性。本文以高中化学“电离能及其变化规律”为例,将证据推理意识的培养与教学实践融合,能够培养学生学以致用、演绎推敲、分析推理等学科能力,进而为提升高中生化学学科核心素养寻找可行性的发展方向。

关键词:证据推理;深度学习;能力培养

教师授课过程中,提出有意义、有思维深度的问题才可引发学生深度学习的欲望。从给问题、给方法、找结论,到给问题、悟方法、找结论,最后到创设情境、发现问题、找出方法、得出结论。思维和能力螺旋式上升,最终由低阶达到高阶。

一、“电离能及其变化规律”案例分析

本文以《物质结构与性质》第一章第三节“电离能及其变化规律”为例,教师授课过程中,以有价值的问题引领学生不断寻找多种类型的相关证据,推理得出元素化合物性质变化规律的原因。具体探究活动如下:

【课堂引入】1875年,布瓦博得朗有一次对闪锌矿提取时敏锐的观察原子光谱上有一条不同的紫色线,他猜想将出现一种新的未知元素。而在这之前,门捷列夫就预言了在锌和砷之间发现存在类铝和类硅元素。在19世纪科技水平并不发达的时代,门捷列夫是依据什么作出如此准确的预言。

【学生回答】元素周期律

【提出问题】让学生结合元素周期律,比较下列元素原子的失电子能力:Li和Be,Be和Mg,Li和Mg

【教师引领】用过去必修当中元素周期律的知识已经无法解决Li和Mg元素原子的失电子能力。为了解决该问题,学习一种定量的方法——电离能。用它来判断元素原子失电子能力的大小。

教师要求学生认真阅读教材,准确把握关键词的含义,明确电离能的概念、意义、分类。

【学生活动】根据教师指示完成相应的内容。

【教师提问】让学生说出自己是怎么理解电离能的定义的?应该注意哪些字词?

【学生回答】气态、基态、电中性、失去一个电子、最低能量

【教师总结】1、研究对象是气态,2、不管原子还是离子必须是基态,这样可以保证能量是最低的;

【教师追问】教师所给的概念是电离能,而学生往往看到教材而回答第一电离能。由于氢原子核外一个电子,它只有第一电离能。但钠原子核外有11个电子,它既可以失去第一个,也可以失去第二个、第三个...,那么有第一电离能,就会有第二、第三...,进而引导学生说出第二电离能的研究对象是什么。

【学生回答】气态、基态、正一价的阳离子

【教师板书】概念:气态基态原子或离子失去1个e⁻所需要的最小能量,能量的单位是千焦每摩尔,每个物理量都有相应的符号,电离能用符号I来表示

意义:衡量气态原子或离子的失电子能力。

分类:根据钠的核外电子排布,得知应该有I₁、I₂、I₃……I₁₁,继续探索I₁、I₂、I₃……它们的大小如何,它们之间有什么规律。

探究活动一:1、同一元素逐级电离能大小关系有什么变化规律;2、以钠元素为例,从原子结构角度解释其逐级电离能变化的趋势。

【教师引导】原子结构包括哪些因素?核外电子排布(价电子排布)、核电荷数、原子半径,随着失去电子变成阳离子,阳离子半径减小,对核外电子的吸引能力逐渐增强,失电子能力逐渐减弱,逐级电离能不断增大。在实际应用中,主要运用的是第一电离能。而在考试当中,如果不具体说明,也是考查第一电离能。在这个过程当中,也是利用多个角度,推理得出逐级电离能增大的原因。接着让学生结合第三周期元素第一电离能的数值如表1,分别以元素的原子序数为横坐标、第一电离能为纵坐标,画出第三周期元素第一电离能的变化趋势图。

表1:第三周期元素第一电离能数据

元素	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
I ₁ (kJ/mol)	496	738	578	786	1012	999	1256	1520

【学生活动】完成后投影展示。

【教师提问】第三周期第一电离能最大的元素和最小的元素是谁?

分析该周期各元素第一电离能变化的总趋势,从原子结构的角度去解释钠的第一电离能最小的原因,观察所绘制的图中有无反常现象,阐释原因。

【教师追问】第一电离能N O C

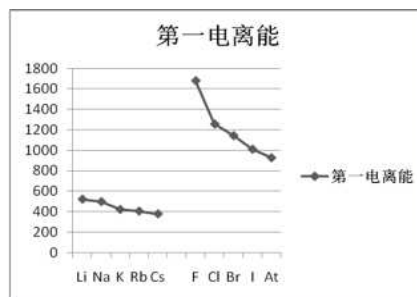


图1. 第三周期元素第一电离能

探究活动二:以I A族和VII A族元素为例,结合图1总结同主族元素第一电离能的变化规律,从原子结构的角度解释其本质原因。

【学生总结】:同一主族从上到下原子半径逐渐增大,原子核对核外电子的有效吸引能力减弱,失电子能力增强,第一电离能逐渐递减。

学生此时可以总结讨论第一电离能的两个维度。即同周期主族元素第一电离能的变化趋势和第II A族及第V A族原子结构的特点。学生也可以判断Li和Mg失电子能力的强弱。第一电离能

Mg 更大, 所以难失去电子; 最后得出第一电离能的应用之一就是比较失电子能力的强弱, 当用定性的方法无法解决时, 可采用定量的方法来解决, 这便是定量观。

【解决问题】

回答下列问题: ①从表中数据解释 Na^{2+} 、 Mg^{3+} 为什么很难形成? 从原子结构的角可以解释其原因。

表 2: Na、Mg、X 三种元素的逐级电离能数据

元素	I1 (kJ/mol)	I2 (kJ/mol)	I3 (kJ/mol)
Na	496	4562	6912
Mg	738	1451	7733
X	899	1757	14840

② X 元素位于元素周期表中哪一主族?

表 3: X、Y、Z 逐级失去所有电子的电离能 (kJ/mol)

元素	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆	I ₇	I ₈	I ₉	I ₁₀	I ₁₁	I ₁₂	I ₁₃
X	578	1817	2745	11575	14842	18376	23293	27465	31853	38473	42647	201266	222316
Y	738	1451	7733	10540	13630	17995	21703	25661	31653	35458	169988	189368	
Z	496	4562	6912	9543	13354	16610	20114	25496	28932	141367	159076		

① X、Y、Z 是哪种元素, 第一电离能与金属的活泼性有何联系?

② 指出它们最高价氧化物对应水化物的碱性强弱?

③ 以 Z 元素为例, 观察电离能是否有突变现象, 能否说明核外电子是分层排布的?

【教师提问】电离能可以解释金属的活泼性, 那电离能能否解释金属的活动性?

【展示】钠的第一电离能 496 kJ/mol, 钙的第一电离能 590 kJ/mol, 但金属活动性 $\text{Ca} > \text{Na}$, 为什么?

教师指出本节课研究电离能是气态, 而金属的活动性是水溶液中, 因此研究问题时要搞清楚条件再研究。电离能是金属元素原子或离子在气态时活泼性的量度。而活动性还要考虑形成水合离子时放出的能量。

以上的学习遵循了教师创设问题情境, 学生提出问题, 发现必修 2 的知识不能解决, 定性知识无法解决, 我们要用定量的方法, 接着从不同的角度进行了探究, 进而解决问题得出结论。《物质结构与性质》教材较为简单, 很多内容呈现的都是结论, 需要师生共同探究。而研究的思路为后续的学习做了很好的铺垫。

【再抛问题】下列四种元素的基态原子的核外电子排布式如下:

① $1\text{S}2\text{S}2\text{P}63\text{S}2\text{P}4$ ② $1\text{S}2\text{S}2\text{P}63\text{S}2\text{P}3$ ③ $1\text{S}2\text{S}2\text{P}3$
④ $1\text{S}2\text{S}2\text{P}5$

- A. 第一电离能④ > ③ > ② > ①
B. 原子半径④ > ③ > ② > ①
C. 最高正化合价④ > ③ > ② > ①
D. 非金属性④ > ③ > ② > ①

【引发新问题】非金属性 N S? 可以用电负性的知识去解释。

【课堂小结】电离能及其变化规律这节课, 目的在于培养学生运用所学知识来解决相关问题的能力。而这个过程就是基于证据推理深度学习的过程。

二、发展学生“证据推理”素养的教学策略

先进的教学理念和具有操作性的教学策略是培养学生证据推理的基础。结合影响学生思维能力提升的因素, 进一步研究后总结出有利于学生证据推理素养发展的教学策略如下:

(一) 引导学生“做中学、悟中学”

若学生课前明确学习任务之后能主动发现问题、提出问题, 利用已有知识和经验收集证据, 带着问题进入课堂学习。教师授课时, 学生在实践中学习, 不但头脑中能形成深刻的认知模型, 而且能有更多奇思妙想, 更有利于学生深度学习, 这便是“做中学、悟中学”。

(二) 帮助学生设置驱动型问题

为学生创造良好的学习情境是教师教学的基础。学生知识的

构建取决于自身对情境的认知, 在教学过程中教师应设置有梯度的问题情境为学生搭建思考的台阶。例如, 利用元素周期律同周期元素性质的递变规律无法解决 Li 和 Mg 的金属性的问题, 教师提出后, 就可以促进学生思考, 因为该问题是学生利用所学习的元素周期律无法解决的, 这便能激发学生新知识的欲望, 从而带动课堂学习效果。

(三) 培养学生的探究意识和推理能力

推理是建立在证据上的, 推理过程要做到有据可依。无论是数据探究还是实验探究, 都要给学生充足的时间让学生主动探究。虽看似耗费大量时间和精力, 但学生的证据推理意识会逐步形成, 同时还培养了学生勇于探索的精神, 体现了对科学事实的尊重。教师应把疑问有依、论证有据作为一种课堂文化, 锻炼学生的化学思维, 树立终身学习的教育理念。

三、课堂教学效果

我们经过一学期的化学教学实践, 积极实施课程改革, 通过了解该教学策略对学生化学学习产生的变化来验证教学效果。通过两种方式来验证。一是课堂观察分析。采用教学策略开展课堂教学以后, 观察化学课堂中学生的行为与表现和之前进行比较, 并从多个角度分析培育学生证据推理素养教学策略的实施效果; 学生对化学的喜欢程度加深, 学生乐于讨论, 对探究活动充满热情, 表现出强烈的好奇心和求知欲。二是对个别学生进行谈话。对比采用该教学策略开展教学的前后学生的学习情况, 结果显示学生愿意小组合作, 在动手实践和自主探索中发挥自己的优势, 与他人取长补短, 小组内不同的学生各尽所能, 学有所得。两种方式效果均良好。

四、结语

从我校学生的化学学习情况来看, 学生证据推理意识依然有待加强。调查结果显示, 学生证据推理素养的发展受教师素养水平的影响, 因此教师需充分落实新方案、新课标、新教材, 不断提升教育理念、提高教学能力、深入教学研究, 才能更好地服务于教学工作。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国教育部制定. 普通高中化学课程标准 [S]. 人民教育出版社, 2018 (1): 2.
- [2] 陈进前. 核心素养导向下的化学教学 [A]. 中学化学教学参考. 2017 (1-2): 3~4.
- [3] 常聪, 谭学才. 证据推理与模型认知核心素养的教学案例研究 [J]. 中学化学, 2017 (9): 9-10.
- [4] 肖中荣. 证据推理在化学教学中的实践与思考 [J]. 教学月刊·中学版 (教学参考), 2018, (Z2): 54-58.
- [5] 王后雄. 高中化学新课程教学中问题情境创设策略研究 [J]. 化学教学, 2008 (07): 27-32.