

基于核心能力培养的问题式教学实践与反思

——以高三化学“钠及其化合物”复习课为例

林建成 1, 吴新建 2, 张贤金 2

(1.南安市侨光中学, 福建泉州 362314; 2.福建教育学院化学教育研究所, 福建福州 350025)

[摘要]我国的高中课程教学改革将从三维目标培养走向核心素养培育, 核心能力是核心素养的重要组成部分。基于问题式教学可以有效培养学生核心能力。从化学学科教学的角度出发, 以高三化学“钠及其化合物”复习课的教学为例, 探讨如何在课前、课堂和课后三个完整的教学环节实施问题式教学, 通过问题展开教学活动, 发展学生的自主学习能力、分析解决问题能力和思维能力等为学生终身发展奠基的核心能力。

[关键词]核心素养; 核心能力; 问题式教学; 高三复习

1 核心素养与核心能力内涵及关系

教育部印发的《关于全面深化课程改革落实立德树人根本任务的意见》首次在国家教育改革文件中提到了“核心素养”这一概念。这预示着我国的高中课程教学改革将从三维目标培养走向核心素养培育。

“核心素养”是指学生应具备的适应终身发展和社会发展需要的必备品格和关键能力, 突出强调个人修养、社会关爱、家国情怀, 更加注重自我发展、合作参与、创新实践^[1]。具体而言, “核心素养”就是指那些一经习得便与个体生活、生命不可剥离的, 并且具有较高的稳定性、有可能伴随其一生的素养^[2]。

核心素养中提及的关键能力, 笔者认为, 这种关键能力就是能够为学生终身发展奠基并伴随其一生的“核心能力”, 引申到化学学科, 至少包含自主学习能力、获取并处理信息的能力和思维能力, 而思维能力则是核心能力的核心, 它包括了创造力和想象力。这种核心能力体现的正是学生终身发展所需要的学习素养。

2 问题式教学内涵及其作用

问题式教学是指教学中主要以问题为中心展开教学活动的一种教学模式, 在课前和课堂教学过程中通过以问题为驱动, 激发学生学习的愿望和主动学习的动机, 强化学生的问题意识, 促使学生主动学习与思考, 引导学生运用所学知识并结合新信息进行分析问题和解决问题, 培养和发展学生的自主学习能力、分析解决问题的能力 and 思维能力。课后则鼓励学生多提问题, 教师针对学生提出的问题再进行分析、讨论和解决, 增强教学的针对性, 学生的学习能力和思维能力再次得到升华。

核心能力的培养需要以具体的学科核心知识和技能作为载体, 运用一定的教学方法或教学策略循序渐进地进行培养才能实现。在长期的高中化学教学特别是高三化学复习教学实践中, 我们发现问题式教学可以很好地促进学生核心能力的发展。本文以高三化学“钠及其化合物”复习课为例, 探讨如何通过问题式教学来培养学生的化学核心能力。

3 基于核心能力培养的问题式教学案例剖析

3.1 课前问题导学, 发展学生自主学习能力

在高三化学复习课中，我们常常发现，教师课堂上不厌其烦地在重复学生学过的旧知识，学生不耐烦又不得不继续听教师滔滔不绝的授课，教师讲得累，学生听得更累，教学效益低下。究其原因，一是学生对旧知识的学习缺乏新鲜感，二是学生的再学习缺乏一种驱动力，三是教师对学生的自主学习能力缺乏信任。为解决这种现状，我们从学生实际出发，结合知识特点，精心设计一系列问题，课前让学生依托教材对问题进行思考和解决，并提倡同学之间可以多交流、多讨论。我们发现，课前以问题的形式让学生自主复习，学生的学习热情很高，同学间的交流讨论也多了，起到很好的效果。以下是“钠及其化合物”这个单元笔者所设计的课前导学问题：

①如何从海水中获得粗盐？粗盐中通常含有泥沙、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 和 SO_4^{2-} 等杂质，如何除去这些杂质从而获得纯净的 NaCl ？

②工业上以 NaCl 为原料可获得哪些物质？请用化学方程式表示。

③电解饱和食盐水的阴极产物和阳极产物分别是什么？为什么要用离子交换膜隔开？

④电解熔融的 NaCl 可获得金属钠，钠进一步反应可获得钠的一系列含钠化合物，请用化学方程式表示它们之间的反应关系。

⑤钠在不同条件下与氧气反应可分别获得氧化钠和过氧化钠，写出其反应方程式。写出过氧化钠的电子式。据此可知过氧化钠晶体中阴、阳离子的个数比是多少？过氧化钠作为呼吸面具氧气来源的原理是什么？请用化学方程式表示，并标出电子转移的方向和数目。过氧化钠的漂白原理是利用其什么性质？ SO_2 也有漂白作用，其漂白原理与过氧化钠有什么不同？将 SO_2 与过氧化钠混合，其漂白效果会增强吗？请用化学方程式表示。

⑥金属钠与水反应同钠与乙醇的反应比较，哪个更剧烈？由此你能得出什么结论？将钠与一定浓度的乙酸溶液反应，同上述两种情况相比，剧烈程度如何？比较乙酸、水、乙醇的电离程度大小。锂电池在生活中应用广泛。已知锂电池反应： $\text{Li} + \text{MnO}_2 = \text{LiMnO}_2$ 。该电池能否用水溶液作电解质溶液？

⑦钠投入 CuSO_4 溶液中能否置换出铜？会有什么现象？实验过程中有时会发现少量黑色固体，你能分析其中的原因吗？

⑧钠在元素周期表中的什么位置？与钠同族的元素有哪些？它们统称为碱金属元素，碱金属元素在结构上有什么特点？它们的结构特点决定了碱金属元素在性质上有哪些相似性特点和递变规律？

⑨ CO_2 与 NaOH 溶液进行反应，在什么条件下分别得到以下三种情况的产物？情况一：只生成 Na_2CO_3 ；情况二：只生成 NaHCO_3 ；情况三：生成 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 的混合物。

⑩比较 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 在溶解性、碱性、热稳定性、与盐酸反应的剧烈程度等方面的不同，并指出如何实现它们之间的相互转化。写出相应化学反应方程式。

设计意图分析：课前问题导向的目的之一是为了引导学生回归教材，让学生通过问题去复习教材的显性知识，挖掘教材的隐含知识，强化考试大纲和考试说明规定的主干知识，培养学生获取信息的能力和

自主学习能力；二是以问题作为驱动力，促使学生主动学习、主动思考；三是通过系列问题的解决，应有助于学生自主建构本专题知识网络。为此，在对课前问题的设置时，应依托教材，依据考试大纲和考试说明，整体考虑本专题的知识内容，问题要有程序性，也要有一定的梯度和适当的难度，才能有效引发学生的思考，激发其自主学习的积极性。如上所述问题①-④，就是依据苏教版教材内容，由海水引出氯化钠，再由氯化钠进一步去获得氢氧化钠、纯碱和金属钠，这与苏教版教材中《从海水中获得的化学物质》这个专题的编写思路是一致的。之后的问题再从钠开始，引出钠的一系列化合物，让学生去找出钠及其化合物之间的关系，并对具体的知识点进行细化和深化。这样设置问题，可帮助学生从整体上把握本专题知识，构建知识网络，且能引发学生阅读教材的乐趣，发现教材中简单的字里行间折射出了智慧。

笔者所在学校 2015 届高中毕业班的 9 个理科平行班，有 5 个班级的任教教师参与笔者所主持的问题式教学课题的研究，复习模式以问题式教学为主，另外 4 个班级的任教教授未参与。通过比较发现，经过高三第一轮复习之后，实施问题式教学的 5 个班级的学生在解答信息题时的水平及正确率远远高于未实施问题式教学的 4 个班级的学生。

3.2 课堂问题深化，提升学生分析解决问题能力

课堂教学是学生深刻理解和掌握知识、培养和发展学生学习能力的最重要环节。课堂上若能围绕学生存在的突出问题和教师精心设置的问题引导学生往深层次方向去思考，并充分让学生进行交流与讨论，之后在教师的引导下师生共同提炼出问题的本质，真正让学生体验知识与方法的形成过程，便可最大限度发挥问题式教学应有的功能，强化学生对基础知识和基本原理的掌握和理解的同时^[3]，提高学生分析解决问题能力和思维能力。本专题作为元素化合物知识，复习时除了要让学生自主建构知识网络，更应该将化学反应原理与元素化合物知识相融合，引导学生运用原理知识来解释、理解、掌握和分析元素化合物知识，避免学生运用死记硬背的方法学习元素化合物知识，有利于培养学生的化学素养。为此，笔者设置了以下四个课堂问题：

①根据课前对有关“钠及其化合物”的问题解决，你能找出下述钠及其化合物之间的关系吗？将下述转化关系图（图 1）补充完整。

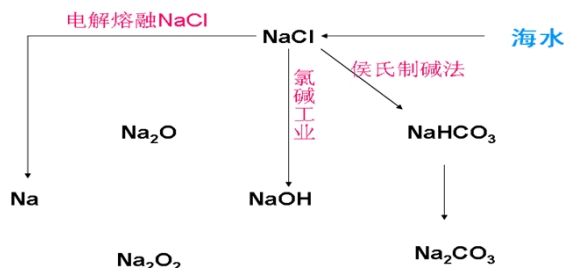


图 1 待补充的钠及其化合物转化关系图

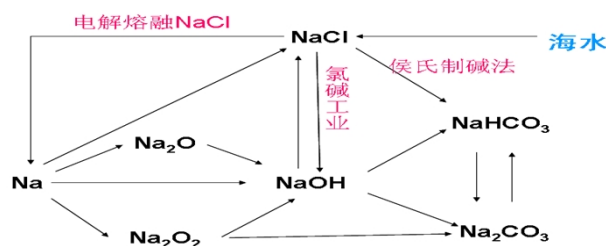


图2 补充后的钠及其化合物转化关系图

设计意图分析：通过让学生完成课堂问题①，发现通过对课前问题的思考与解决，学生对钠及其化合物间的转化关系掌握得较好，能够清晰阐述物质的化学性质，说明具体的转化条件，明确钠及其化合物间的转化关系，自主建构上述知识网络图。反映出通过问题引导学生自主学习的效果达到预期目标，避免教师重述旧知识，促进学生主动学习，提升课堂效益。

②如何理解侯氏制碱法反应 $\text{NaCl} + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{NaHCO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$ 的发生，即为什么能够析出 NaHCO_3 晶体？

下面是课堂教学片段：

生（4个小组代表发言）：因为 NaHCO_3 的溶解度比较小

师：溶解度比较小就一定析出来吗？（必要时提示：如果溶液中水比较多，即稀溶液间的反应，一定会析出 NaHCO_3 吗？）

生： NaCl 溶液要饱和的。

师：很好。请你再思考一下，已知 NaHCO_3 饱和溶液的浓度约为 $1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，如果要让 NaHCO_3 析出，对溶液中 Na^+ 和 HCO_3^- 的浓度有什么要求？

生： Na^+ 和 HCO_3^- 的浓度都要大于 $1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

师：你真聪明。现在请你结合以下数据说明为什么能够析出 NaHCO_3 晶体？

表1 常温下溶解度表

物质	NaCl	NH_4HCO_3	NaHCO_3	NH_4Cl
溶解度	36.3g	27.0g	11.1g	41.1g
饱和溶液浓度	$5.4\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$\sim 2.4\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$\sim 1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	

根据表1数据可以看出饱和食盐水中的 Na^+ 和饱和 NH_4HCO_3 溶液中的 HCO_3^- 的浓度均大于 $1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，故能析出 NaHCO_3 晶体。

师：很好。下面，我们请另一个同学来回答一下，要得到高浓度的 NH_4HCO_3 溶液，对 NH_3 和 CO_2 的通入有无先后顺序要求？

生：因 CO_2 在水中的溶解度小， NH_3 的溶解度大，所以应先通入 NH_3 ，再通 CO_2 。

师：请同学看 NH_3 和 CO_2 的溶解度数据。

设计意图分析：通过学生的思考和小组的交流讨论，学生对侯氏制碱法的反应原理的理解都停留在 NaHCO_3 溶解度小的定性层面，并没有从深层次去把握该反应的发生。鉴于此，笔者设置了一系列问题，将学生的思维不断引向深入，并提供相关数据，在强有力的数据事实面前，学生对该反应的发生豁然开朗，再也不会出现模糊不清的现象。

③如何理解 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = 2\text{NaHCO}_3$ 反应能够进行？请用原理知识进行解释。

下面是课堂教学片段：

生：学生经过思考交流以后，还是没有有一个同学能够回答这个问题（出乎意料）。

师：那先请同学们思考：反应： $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} = 2\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 能否发生？请用原理知识进行解释。已知：常温下： $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1.8 \times 10^{-5}$ ； H_2CO_3 ： $K_{a1} = 4.3 \times 10^{-7}$ ， $K_{a2} = 5.6 \times 10^{-11}$

生（很快得出答案）：因为 $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) > K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3)$

师：那请同学们结合 Na_2CO_3 与 CH_3COOH 的反应原理，再思考一下， $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = 2\text{NaHCO}_3$ 为什么能够进行？

生（很快作出反应）： $K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3) > K_{a2}(\text{H}_2\text{CO}_3)$

师：请同学们再判断以下两个反应能否发生：

(1) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHSO}_3$ ； (2) $\text{Na}_2\text{S} + \text{H}_2\text{S} = 2\text{NaHS}$

生（异口同声）：能。

判断以下反应能否发生，若能反应写出反应方程式

(3) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HClO} =$

(4) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} =$

常温下： H_2CO_3 ： $K_{a1} = 4.3 \times 10^{-7}$ ， $K_{a2} = 5.6 \times 10^{-11}$

$K_a(\text{HClO}) = 3.0 \times 10^{-8}$ $K_a(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = 1.28 \times 10^{-10}$

设计意图分析： $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = 2\text{NaHCO}_3$ 这个反应是学生经常在书写和应用的方程式，但却不明白该反应为什么能够发生，真是出乎意料，也应引起我们对化学反应原理教学的反思。在这种情况下，更不能将结论急于给学生，这正是体现教师主导作用的时候，我们应创设条件，提供学生已有的知识作为问题解决的铺垫，让学生去自主解决问题，亲身体验知识的形成和理解过程，这样学生对原理的理解才会深刻、透彻。

④ Na_2CO_3 与 CaCl_2 溶液混合会产生白色沉淀，若往 CaCl_2 溶液中通入 CO_2 气体是否也能产生白色沉淀？请从定量上加以分析。已知：常温下， CaCO_3 的溶度积常数 $K_{sp} = 4.96 \times 10^{-9}$ ，饱和 CaCl_2 溶液的浓度为 $5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，饱和碳酸溶液中 $(\text{CO}_3^{2-}) \approx 5.6 \times 10^{-11} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

下面是课堂教学片段：

生：有的回答能产生白色沉淀，有的同学回答不能。

师：回答能产生沉淀的请将方程式写出来（请一个同学板演），认为不能产生沉淀请解释。

生1（写方程式）： $\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{HCl}$

生2：因为碳酸是弱酸，盐酸是强酸，弱酸不能制强酸。

师：请认为会产生沉淀的同学思考一下，实验室制 CO_2 的化学反应是哪一个？认为不能产生沉淀的原因是弱酸不能制强酸的同学也再思考一下，弱酸真的不能制强酸吗？

生：陷入沉思。

师：要形成碳酸钙沉淀，溶液中的 Ca^{2+} 与 CO_3^{2-} 浓度应满足什么关系？

生： $C(\text{Ca}^{2+}) \cdot C(\text{CO}_3^{2-}) > K_{\text{sp}}(\text{CaCO}_3)$

师：已知常温下， H_2CO_3 ： $K_{\text{a1}}=4.3 \times 10^{-7}$ ， $K_{\text{sp}}(\text{CaCO}_3)=4.96 \times 10^{-9}$ ，饱和 CaCl_2 溶液的浓度约为 $5\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。结合提供的数据，定量判断能否产生沉淀。

生：常温下，饱和碳酸中 $C(\text{CO}_3^{2-}) \approx K_{\text{a2}}=5.6 \times 10^{-11}\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，得出： $C(\text{Ca}^{2+}) \cdot C(\text{CO}_3^{2-}) < K_{\text{sp}}(\text{CaCO}_3)$ ，不能产生沉淀。

师：有的同学认为弱酸不能制强酸，我们来判断一下以下反应能否发生， $\text{H}_2\text{S} + \text{CuSO}_4 = \text{CuS} \downarrow + \text{H}_2\text{SO}_4$ 。已知：常温下， $K_{\text{a1}}(\text{H}_2\text{S})=9.1 \times 10^{-8}$ ， $K_{\text{a2}}(\text{HS}^-)=1.1 \times 10^{-12}$ ， $K_{\text{sp}}(\text{CuS})=1.27 \times 10^{-36}$ ，假设 CuSO_4 溶液的浓度为 $1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。判断上述反应能否得到 CuS 沉淀。

生：通过对数据观察，很快得出答案。

设计意图分析：往 CaCl_2 溶液中通入 CO_2 气体能产生白色沉淀是多数学业水平中下的学生普遍存在的问题，认为不会形成沉淀的学生多数也不能真正明白其中道理。设置问题时，要切中学生的要害，将学生存在的问题突出出来，然后循循善诱，让学生自己来解决自身存在的问题，才能真正深刻领会知识的内涵。

3.3 课后问题反馈，升华学生思维能力

爱因斯坦说过：提出问题比解决问题更重要。课后集中学生反馈的问题，从中去发现教与学的环节中的遗留问题，不仅是鼓励学生提问题，强化问题意识，也是进一步增强教与学的针对性、提高课堂实效的重要环节。更为重要的是，在这个环节中，学生提出的不少问题是很有价值的，也是值得我们思考和研究的问题，有利于促进教师的专业发展，实现教学相长。以下是学生提出的两个问题：

①金属钠与水反应的实质是不是钠与水电离的 H^+ 发生反应？如果是，水的电离相当微弱，为什么反应又那么剧烈？

②钠与硫酸铜溶液的反应，同浓度的 Cu^{2+} 的氧化性比 H^+ 强，且溶液中 Cu^{2+} 的浓度远大于 H^+ 浓度，为什么钠不直接与 Cu^{2+} 发生反应？

面对这两个问题，笔者一下子无言以对，促使笔者去查阅资料、去思考、去研究。经查阅相关资料，并咨询专家，对以上两个问题笔者为学生解答如下：

问题①：钠与水的反应未必都是通过水电离生成的氢离子反应，也可以直接和水分子反应，故不能将

钠与水的反应单纯理解为钠与水电离出的氢离子反应。类比钠与乙醇的反应，乙醇属于非电解质，不会发生电离，无水乙醇中不存在氢离子，钠与乙醇的反应就是直接与乙醇分子发生反应，置换出氢气。

问题②：钠投入硫酸铜溶液可能发生的反应有：i 直接与水反应；ii 与水电离出的氢离子反应；iii 与水合铜离子发生反应；iv 与水反应生成的氢氧根离子和水合铜离子反应产生氢氧化铜蓝色沉淀，由于钠与水反应放热使氢氧化铜分解得到黑色氧化铜。四种反应会因硫酸铜溶液浓度的不同而导致反应发生的程度不同。当硫酸铜溶液很稀时，主要发生 i ii iv 三种情况，尽管钠还原氢离子、铜离子的趋势大于还原水的趋势，但溶液中水分子浓度比氢离子、铜离子大得多，且溶液中的铜离子是水合离子，因而，钠和水的反应几率、速率要大得多。通过实验发现，只有在铜离子浓度较大时，才会出现钠还原铜离子得到暗红色泥状铜单质的现象。

4. 基于核心能力培养的问题式教学实践反思

通过长期的问题式教学实践，我们认为问题式教学有助于发展学生的核心能力，有助于激发和维持学生学习和探究化学的兴趣，也有助于化学课堂教学效率的提升。要进一步发挥问题式教学的功能和作用，我们认为需要注意以下几个方面：

4.1 问题设置应遵循整体性、深刻性、针对性、启发性和程序性原则

问题式教学的关键是问题的设计，笔者以为，设置的问题要起到应有的功能，必须遵循整体性、深刻性、针对性、启发性和程序性的原则。整体性是指问题要有助于将单元或专题知识系统化，引导学生建构知识网络；深刻性是指问题要能促进思维往更高层次思维方向去思考，提升其思维能力；针对性是指针对学生存在的典型问题和突出问题来设计问题；启发性是指所设置的问题要能够启发、引导学生自主分析问题；程序性是指问题设置要符合知识的程序性特点和思维的程序性规律，符合学生的认知规律。

4.2 课堂问题应该帮助学生实现深度学习

课堂问题要起到深化核心知识和提高学生分析解决问题能力的作用，需要的是一个巧妙而恰当的设问来拨动学生思维之弦，将学生的思维一步步引向深入，体验问题分析解决过程，最终领会知识的本质。结合本专题设置的四个课堂问题，笔者认为，问题的设置首先应该在学生普遍存在的疑难处或模糊处进行设问，以提高学生思考的主动性，提升思考的深度，这种问题才有意义，才是有效的。问题的提出很重要，但问题的解决过程更为重要，如果教师提出问题后，学生一时无法解决，教师急着给出答案，那所设计的问题就失去了意义。在对问题解决这一教学环节的处理，教师一定要树立让学生主动参与分析解决问题的过程，要从学生已有的经验出发，必要时提供相关素材或数据，将问题分解成若干环环相扣、逐步递进的子问题，启发引导学生的思维逐步走向深入，点燃学生思维的火花，激起解决问题的欲望，当所有子问题都解决之后，弄清知识的本质自然是水道渠成。

4.3 课后问题反馈需要引起教师足够的重视

课后问题反馈是教师在教学中容易忽视的环节，但这个环节恰恰是教学中一个极其重的环节，它是一

个激励学生思考、深化学生思维、引发教师思考和研究的重要环节，为教师创造性教学和专业成长提供了教材中没有的重要素材，值得教师们在教学中去引起重视。课后问题要起到反馈作用，教师在思想上要重视课后问题，鼓励学生提问题，把课后问题作为学生的一种作业类型，收集起来之后，对问题集中分析，从分析材料去反思和诊断教与学的效果，促使我们去进一步思考和研究教学，从而进一步改进教与学的方式。

参考文献：

- [1]王红,吴颖民.放慢知识的脚步，回到核心基础[J].人民教育,2015,(7):18~21.
- [2]赵敏.核心素养:永远的“目的地” [J].江苏教育,2015,(29):63~65.
- [3]汤玉琴.高三化学教学设计中的选题策略研究[D].苏州：苏州大学,2011.