

基于科学思维发展的初中化学教学案例

——以《物质的检验》复习教学为例

上海市徐汇中学 戚嫣然

摘要：《义务教育课程标准（2022 年版）》明确指出“科学思维”是初中化学学科核心素养之一。本文以沪教版化学九年级《物质的检验》专题复习为例，基于科学思维发展制定复习教学目标，在解决真实问题的情境之下，建立、完善并进一步深化应用“物质的检验”思维模型，在强化学生学科知识的同时，促进学生高阶思维能力的发展、提升化学学科核心素养。

关键词：科学思维；核心素养；模型建构；物质检验

1 问题的提出

《义务教育课程标准（2022 年版）》提出要“重视开展核心素养导向的化学教学”，其中，“科学思维”是初中化学学科核心素养之一。科学思维要求“在化学学习中基于事实与逻辑进行独立思考和判断”，主要包括“在解决化学问题中所运用的比较、分类、分析、综合、归纳等科学方法，基于实验事实进行证据推理、建构模型并推测物质及其变化的思维能力。”^[1]。

建构模型是化学认知的一种方式，是一个动态的历程，通常包括构建、应用、评估和修正等四个方面^[2]。在建模的过程中提炼、浓缩复杂而抽象的化学知识，使其以直观、简单的形式呈现，这个过程恰恰很好地锻炼了学生的科学思维能力，促进了学生科学思维的发展。

目前，从建模角度出发培养初中生科学思维的相关研究还很少，而在面对陌生、复杂、综合性强的多物质检验问题时，又非常需要也非常适合发展学生的科学思维。基于上述背景，本文以《物质的检验》复习教学为例，在解决真实问题的背景下，设计层层递进的探究活动，引导学生完成思维模型的自主建构，促进学生科学思维的发展与提升。

2 基于科学思维发展的复习教学设计

2.1 学情分析

1. 初三学生刚刚结束新课的学习，他们脑海中关于酸、碱、盐的性质以及物质检验的知识点比较分散、零碎、静态，大部分学生尚停留在机械记忆阶段，并没有形成一个系统而完整的知识体系。

2. 在面对陌生、复杂、综合性强的多物质检验问题时，学生缺乏运用已有知识自主分析、设计方案并完成探究的能力，此外学生评价方案的能力也较为薄弱。

3. 传统的《物质的检验》初中复习教学主要还是以知识为中心、以习题为导向，缺少让学生在脑海中完成思维模型建构的过程，因此没有将学科教学与科学思维能力的发展很好地融合在一起，无法有效促进学生运用高阶思维解决复杂的变式问题。

2.2 复习教学目标及重难点

1. 教学目标

- (1) 能选择合适的试剂检验常见酸根；
- (2) 通过实验探究，提高观察、分析、比较以及归纳的能力；
- (3) 能归纳出物质检验的一般思路，建立物质检验思维模型；
- (4) 通过联系实际问题，感受“化学服务于生活”的学科价值，增强学习化学的兴趣。

2. 教学重、难点

重点：氢氧化钠的变质讨论；氢氧化钠、氯化钠、碳酸钠混合组分的检验。

难点：根据物质性质的差异自主设计检验方案，建立物质检验思维模型。

2.3 “物质的检验”思维模型的构建

学习化学是为了更好地为生产生活服务，因此首先将真实情境下的实际问题转变成从化学视角出发的“物质检验”类问题。接着分析体系的成分，确定待检成分和其他成分。通过观察外观作初步判断，若无法得出结论，则根据待测成分和其他成分间的性质差异选择检验试剂，然后对比反应现象：若有差异，即检验时不存在干扰，那么直接根据现象得出结论；若无差异，即检验时存在干扰，那么先选择排干扰试剂排除干扰，继而再确定检验试剂，最后根据特定的反应现象得出结论。

“物质的检验”思维模型如图 1 所示：

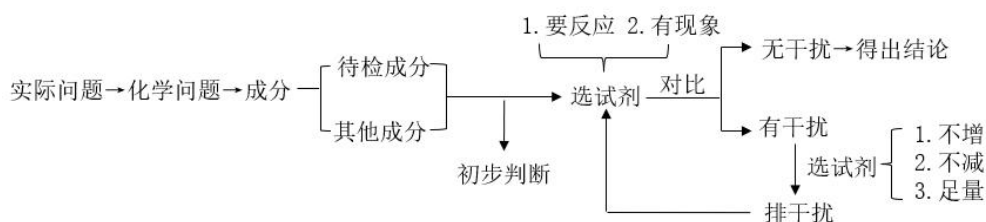


图 1

2.4 基于科学思维发展的复习教学设计思路

初三作为化学学习的启蒙阶段，是发展学生科学思维的关键时期^[3]。学生只有在真实情境中自主分析，基于实验事实进行证据推理、建构思维模型，才能实现科学思维的发展提升，

才能深刻领悟所学知识的应用价值，从而在潜移默化中逐步提升思维品质、提高学习效率。

基于此，在设计复习教学时，我以“自制除油剂失灵”这一情境素材为切口，设计了两个递进的探究活动：探究除油剂是否变质，初步建立物质检验思维模型；探究除油剂的变质程度，进一步完善物质检验思维模型。同一素材经历两段不同程度的挖掘，既很好地发挥了素材的功能价值，又符合学生的认知发展、引导学生经历多样化的思维发展过程。最后，通过“探究久置自制氢氧化钠溶液的成分”，由学生根据先前所构建的思维模型自主分析，并设计检验方案，在探究过程中深化应用模型，促进高阶思维的发展。

2.5 基于科学思维发展的复习教学框架设计

情境素材		知识线	问题线	活动线	建模历程
自制除油剂失灵	除油剂已变质	碳酸根的检验	如何用三种不同类别的物质证明除油剂变质？	巩固酸、碱、盐的相关性质	初步建立模型
	除油剂是否完全变质	检验碳酸钠中是否存在氢氧化钠	如何确定除油剂是否完全变质？检验时存在何种干扰？如何消除干扰？	自主分析成分，在引导下设计实验方案并进行验证，根据现象得出结论	完善模型
验证自制氢氧化钠溶液的成分		碳酸钠、氢氧化钠、氯化钠混合组分的检验	利用给定试剂，如何在三只试管中完成各成分的检验？	小组协作，借助模型得出检验思路和检验方案	简单应用模型
			利用给定试剂，如何在一只试管中完成各成分的检验？	交流讨论，借助模型归纳检验思路，绘制检验流程图	进一步完善并深化应用模型

3 基于科学思维发展的建模教学过程

建模历程 1：初步建立模型

[创设情境] 小李同学发现市售清洁产品（主要成分为 Na_2CO_3 或 NaHCO_3 ）清除不了油烟机上壁上那些顽固的重油污。查阅资料后，她采购了一袋烘焙碱（成分为 NaOH ）与水均匀混合，自制了一份除油剂，发现效果很好。两周后，她想用上次没用完的除油剂清洗另一个油烟机，却发现使用效果远不如第一次好。

[提问] 是什么原因可能导致除油剂失灵？（ NaOH 溶液变质）

[提问] NaOH 溶液为什么会变质？（ NaOH 溶液与空气中的 CO_2 反应生成 Na_2CO_3 ）

[提问] 如何从化学视角证明除油剂变质？首先要分析样品的成分：待检成分是什么？

（ Na_2CO_3 ），其他可能存在的成分又有什么？（ NaOH ）

[讲述]NaOH 和 Na₂CO₃ 都能溶于水形成无色溶液，因此通过观察外观无法进行判断，所以需要借助化学试剂作进一步的检验。

[提问]请大家思考，检验试剂应满足什么条件？（能与 Na₂CO₃ 反应）

[提问]光能发生反应够吗？（还需要有现象）根据酸、碱、盐的相关知识，现要求大家用三种不同类别的物质进行检验。酸溶液、碱溶液和盐溶液分别有哪些选择？现象分别是什么？

[总结]检验试剂必须满足：能与待检成分反应并产生某种明显现象，如气泡、沉淀、变色等。

设计意图：在生活情境中复习 NaOH 变质的原因，巩固酸、碱、盐的相关性质。引导学生分析成分，并根据成分间的性质差异选择试剂，初步建立物质检验思维模型。

建模历程 2：完善模型

[创设情境]小李同学提出困惑：这份除油剂是否完全变质了呢？

[提问]分析成分：此时待检成分是什么？（NaOH），其他成分有什么？（Na₂CO₃）

[提问]下一步要做什么？（先观察外观初步判断，但无法得出结论，因此需要加入检验试剂，试剂需满足能与 NaOH 反应，并能产生某种明显现象）

[提问]NaOH 是一种碱，因此可以选择什么试剂来检验？（酚酞）滴加酚酞，观察到无色酚酞变红，就能证明 NaOH 存在了吗？（不能，因为 Na₂CO₃ 溶液也呈碱性）

[讲述]很好，我们发现：Na₂CO₃ 的存在对检验 NaOH 造成干扰，那该怎么办呢？（先除 Na₂CO₃，再检验 NaOH）

[提问]没错，检验时若发现存在干扰，那么要先排干扰，再去检验待测成分。现提供三种试剂来排干扰：Ca(OH)₂ 溶液、稀盐酸、CaCl₂ 溶液。请逐一分析是否可行？（Ca(OH)₂ 中存在氢氧根，会引入新的干扰，所以不行；稀盐酸能和 NaOH 反应，将待检成分除去，所以不行；CaCl₂ 可行）

[提问]现已确定好了排干扰试剂，加入的量有要求吗？（加足量，将 Na₂CO₃ 除尽）

[总结]选择排干扰试剂时需遵循三条原则：①不增：不能增加新的干扰成分；②不减：不能减少待检成分；③足量：将干扰成分完全除去。

设计意图：通过进一步探究 NaOH 的变质程度，引导学生经历多样化的思维发展过程，逐步完善思维模型。

建模历程 3：简单应用模型

[创设情境]小李同学想尝试在家自制一份 NaOH 溶液。通过搜索资料，得知可以通过电解饱和食盐水获取 NaOH。在确保安全的情况下，她通过电解饱和食盐水得到了一份 NaOH 溶液。

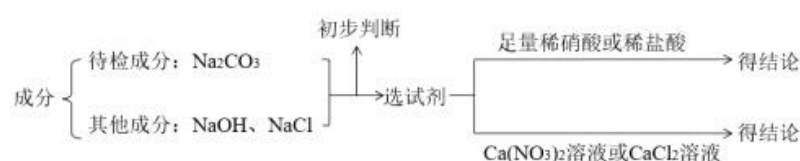
现在她对这份放置了一段时间的自制 NaOH 溶液的成分很感兴趣，请同学们帮助小李解决这一问题。

[提问]因为在家自制条件有限，因此原料不可能完全转化成产物。基于此，这份溶液中可能存在什么物质？（NaCl、NaOH、Na₂CO₃）

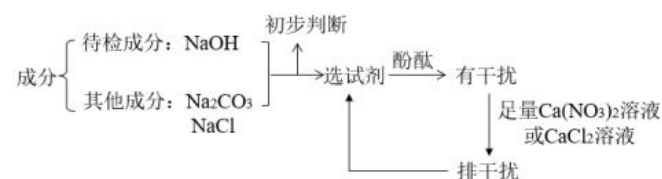
[提问]现提供试剂：稀硝酸、稀盐酸、AgNO₃ 溶液、Ca(NO₃)₂ 溶液、CaCl₂ 溶液、酚酞。要求：①只能用上述提供的试剂；②在 3 只试管中完成各成分的检验。

（代入思维模型，可得以下检验思路：

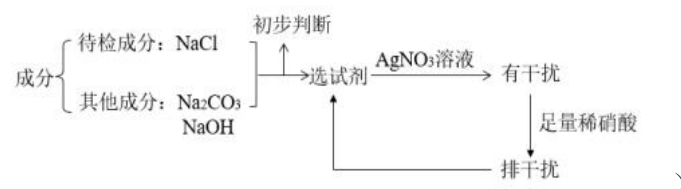
试管 1：检验 Na₂CO₃



试管 2：检验 NaOH



试管 3：检验 NaCl



设计意图：将思维模型应用于解决真实情境下的实际问题，通过分别检验混合组分中 NaCl、NaOH、Na₂CO₃，能自主分析并设计检验方案，对思维模型进行简单应用。

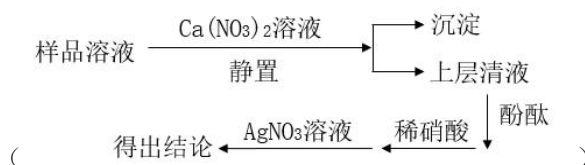
建模历程 4：进一步完善并深化应用模型

[提问]仍然使用这六种试剂，但只能在 1 只试管中检验出各成分。请大家思考，1 只试管和 3 只试管的区别在哪里？（1 只试管还要考虑检验的先后顺序，在试剂的选择上也有更严格的限制）

[提问]通过先前 3 只试管的检验方案，能否分析得出检验顺序？（Na₂CO₃ 对检验 NaOH 和 NaCl 都造成了干扰，所以最先检验 Na₂CO₃；NaOH 对检验 NaCl 造成干扰，所以第二个检验 NaOH，最后检验 NaCl）

[总结]在面对多物质检验的任务时，要优先检验产生干扰最多的物质。

[提问]在明确检验顺序后，请在学案上尝试绘制出检验流程图。



[提问]还有一些小细节可以完善，能看出来吗？（ $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 溶液和稀硝酸作为排干扰试剂都应足量，而 AgNO_3 溶液是检验试剂，因此无需足量。经修正完善后的检验流程如下：



[总结]在多物质检验时，除了要明确检验顺序外，同样也要注意试剂的最终确定以及量的把控。

设计意图：在规定试剂以及限制条件的基础上，回顾思维模型的建立过程，能自主分析并设计检验方案，在探究过程中不断完善并深化应用模型，提高分析推理的能力，促进高阶思维的发展。

4 成效反馈

目前，基于科学思维发展的初中化学教学仍在不断探索中发展。本案例结合首轮教学和作业反馈情况，在新课标和考纲的要求下，选取真实、合适的生活素材作为教学情境，开展基于科学思维发展的复习教学，现已在总校初三年级部分班级予以实施。

从课堂反馈来看，大部分学生都能积极主动地参与到课堂中来，能在评价、优化方案，分组交流、汇报等环节中不断开动脑筋、积极思考，课堂氛围活跃。在课程后半段，超过半数的学生都能依据思维模型进行自主分析、绘制流程图，在解决真实问题的过程中有效发展了辩证分析的科学思维能力。

从课后反馈来看，学生在作业答题的逻辑性和完整度上都有所提升，尤其是在“排干扰”和“确定检验顺序”方面，都有了显著的进步。此外，随机抽取几名学生开展访谈，学生表示“没有那么害怕检验类题目了”、“代入上课讲的思维模型去解题感觉很轻松”、“现在做此类题目头脑没有那么混乱了”，由此看出思维模型的建构有助于学生解决问题，并增强了学生在面对检验类题目时的自信心。

5 研究体会

本次基于科学思维发展的教学实践研究取得了较理想的效果,但同时也存在着一些值得进一步反思和展望的问题。

1. 科学思维体系的形成需要历经一个较长的学习、思考过程,并非通过一节课、几道题就能一蹴而就的。因此,如何创设凸显化学科学思维方法的教学情境、在平日的课堂教学中渗透科学素养是需要被进一步思考的。

2. 科学思维作为一种发散性思维,更强调学生能运用所学知识自主分析、推理、归纳的思维能力,这种在思维逻辑上的深层次发展光通过传统的纸笔测验进行评价显然是不合适的,因此还需进一步思考研究多元化的评价模式。

参考文献

[1]中华人民共和国教育部. 义务教育化学课程标准(2022年版)[S]. 北京:北京师范大学出版社, 2022.

[2]史凡,王磊.论国际化学教育研究热点:模型与建模[J].全球教育展望, 2019, 48(5):12. DOI:CNKI:SUN:WGJN.0.2019-05-009.

[3]赵琳.在初中化学实验教学中培养学生核心素养的实践研究[D].天津师范大学, 2018.