



数学思想在高中化学解题中的应用 ——以2024、2025年广东高考化学为例

许佳奕, 王志平

(广东机电职业技术学院, 广东 广州 510550)

摘要: 数学是一切学科的基础, 其思想方法为高中化学学科的定量分析、逻辑推理提供了核心工具。本文以2025年广东高考化学为例, 分别从数形结合、建模思想、化归思想和分类讨论四个维度, 结合真题案例分析数学思想在高中化学解题中的具体应用, 进而促进学生化学核心素养的培养。

关键词: 数学思想; 高中化学; 解题应用

收稿日期: 2026年4月22日

中图分类号: G632.3

通讯作者: 王志平, 广东机电职业技术学院

The Application of Mathematical Thinking in High School Chemistry Problem Solving: A Case Study of Chemistry in Guangdong College Entrance Examination in 2024 and 2025

Xu Jiayi, Wang Zhiping

(Guangdong Vocational and Technical College of Mechanical and Electrical Engineering, Guangzhou 510550, Guangdong)

Abstract: Mathematics is the foundation of all disciplines, and its thinking methods provide core tools for quantitative analysis and logical reasoning in high school chemistry. This article takes the chemistry of the Guangdong college entrance examination in 2025 as an example, and discusses the specific application of mathematical thinking in high school chemistry problem-solving from four dimensions: the combination of numbers and shapes, modeling thinking, transformation thinking, and classification, combined with real test cases, in order to promote the cultivation of students' core chemistry literacy.

Keywords: Mathematical ideas; High school chemistry; Problem solving application

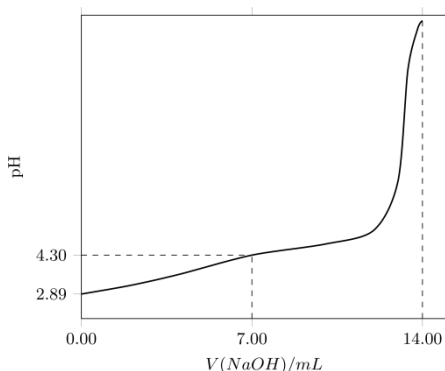
依照教育部考试中心发布的《中国高考评价体系》, 践行“价值引领, 素养导向、能力为重, 知识为基”的高考命题理念, 2024、2025年广东高考化学试题延续新高考I卷风格, 进一步强化“定量与定性结合、图像与逻辑并重”的导向, 更加注重学生思维模式的发展和能力的考查, 同时

近两年广东高考化学试题综合性、创新性显著增强, 且跨学科知识考查渗透其中^[1]。针对以上问题, 我们可以利用数学思想方法, 把一些较为复杂、抽象的化学试题变得简单, 从而更好地理解命题人的意图。

1 运用数形结合解决电解质溶液问题

数形结合是把抽象的“数”和直观的“形”结合起来，两者互相转换。电解质溶液问题是新高考考查的热点，《普通高中化学课程标准（2017年版）》明确要求学生综合运用离子反应、化学平衡原理、分析和解决生产生活中有关电解质溶液的实际问题^[2]。通常这类题型以压轴选择题和化学反应原理综合题形式出现，同时与图像相结合为背景来考查学生的图像分析能力。

例1（2025年广东卷第17题节选）兴趣小组测定常温下苯甲酸饱和溶液的浓度 c_0 和苯甲酸的 K_a ，实验如下：取 50.00mL 苯甲酸饱和溶液，用溶液滴定，用 pH 计测得体系的 pH 随滴入溶液体积 V 变化的曲线如图。据图可得：



① $c_0 = \underline{\hspace{2cm}}$ mol/L.

② 苯甲酸的 $K_a = \underline{\hspace{2cm}}$ （列出算式，水的电离可忽略）。

解析：本题以 NaOH 和苯甲酸的中和反应为背景，属于高中化学电解质溶液板块的经典高考题型，核心解题逻辑是“从图像特征点提取数据→转化为化学定量关系→代入原理公式计算”，所以，可利用数形结合的思想方法解答。其中，“数”即浓度，电离平衡常数等化学相关量，“形”即图像蕴含的“面、线、点”的意义，面即：横、纵坐标的含义，线即：曲线的变化趋势，点即：起点、

交点、终点等特殊点^[2]。

观察图像可知，曲线的变化趋势为先缓慢上升后突变上升，结合对酸碱中和滴定实验的理解和辨析，滴定曲线的 pH 突跃点是酸碱恰好完全反应的标志。因此可直接从图中读取滴定终点时消耗的 NaOH 体积 $V_{NaOH} = 14.00\text{mL}$ ；列出方程式： $\text{NaOH} + \text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$ （以下用 HA 代替苯甲酸），根据酸碱 1:1 反应的物质的量关系，得出 $n(\text{NaOH}) = n(\text{HA})$ ，代入 $c_0 \times V_{\text{HA}} = c_{\text{NaOH}} \times V_{\text{NaOH}}$ ，即 c_0 得出 $c_0 = 0.028\text{mol/L}$ 。紧接着，从图像看出，滴定曲线的起点 ($V=0$) 对应纯苯甲酸溶液的状态，此时溶液 pH 仅由苯甲酸电离决定，读出初始 $\text{pH} = 2.89$ ，由 $\text{pH} = -\lg c(\text{H}^+)$ ，得出 $c(\text{H}^+) = 10^{-2.89}$ 。



起始浓度：	0.028	0	0
转化浓度：	$10^{-2.89}$	$10^{-2.89}$	$10^{-2.89}$
平衡浓度：	$0.028 - 10^{-2.89}$	$10^{-2.89}$	$10^{-2.89}$

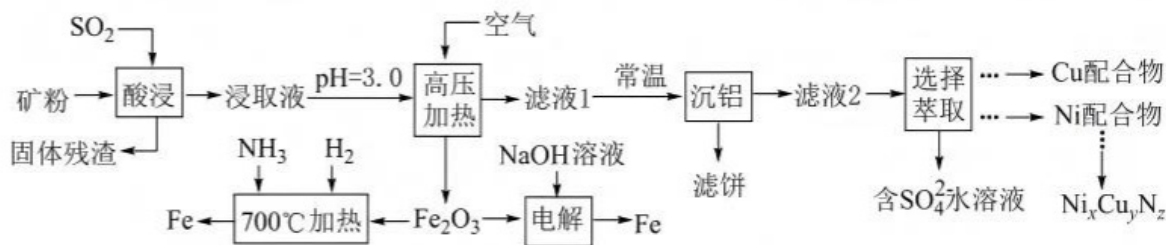
$$K_a = \frac{c(\text{H}^+)c(\text{A}^-)}{c(\text{HA})} = \frac{10^{-2.89} \times 10^{-2.89}}{0.028 - 10^{-2.89}}$$

因此 $c_0 = 0.028\text{mol/L}$ ， $K_a = \frac{10^{-2.89} \times 10^{-2.89}}{0.028 - 10^{-2.89}}$ 。

2 运用建模思想解决工业流程题

数学建模是连接数学与化学的桥梁，通过构建定量或半定量的数学模型描述化学现象，揭示化学规律、解决化学问题。在高中化学中，数学建模贯穿从基础计算到复杂理论的全体系，如氧化还原反应模型、晶体模型、化学平衡模型、溶解平衡模型等，是高中解题的有力工具^[3]。

例2（2025年广东卷第18题节选）我国是金属材料生产大国，绿色生产是必由之路。一种从多金属精矿中提取 Fe、Cu、Ni 等并探究新型绿色冶铁方法的工艺如下。



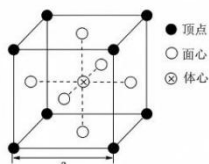
已知：多金属精矿中主要含有 Fe、Al、Cu、Ni、O 等元素。



氢氧化物	Fe(OH) ₃	Al(OH) ₃	Cu(OH) ₂	Ni(OH) ₂
K _{sp} (298 K)	2.8 × 10 ⁻³⁹	1.3 × 10 ⁻³³	2.2 × 10 ⁻²⁰	5.5 × 10 ⁻¹⁶

(3) “沉铝”时, pH 最高可调至 _____ (溶液体积变化可忽略)。已知: “滤液 1” 中 $c(\text{Cu}^{2+}) = 0.022 \text{ mol/L}$, $c(\text{Ni}^{2+}) = 0.042 \text{ mol/L}$ 。

(5) Ni_xCu_yN_z 晶体的立方晶胞中原子所处位置如图。已知: 同种位置原子相同, 相邻原子间的最近距离之比 $d_{\text{Ni-Cu}}:d_{\text{Ni-N}} = \sqrt{2}:1$; $x:y:z = \underline{\hspace{2cm}}$; 晶体中与 Cu 原子最近且等距离的原子的数目为 _____。



解析: 本题以铜镍金属精矿湿法冶金分离提纯为核心工业主线, 串联传统化工除杂工艺与前沿新能源晶体材料合成, 是高考化学中工业流程与物质结构结合的综合题, 针对此类题型, 根据建模思想下的工艺流程题目解题路径进行分析, 具体路径为“问题抽象→模型建立→模型求解”。

第(3)题的原型是湿法冶金中的“选择性沉淀除杂”的核心工艺, 是多金属精矿分离提纯的关键环节。第一步, 将化工“pH 调节范围”的定性工艺要求, 转化为带有约束条件的代数方程求解模型。约束 1: Al(OH)₃ 完全沉淀 (离子浓度 $\leq 10^{-5} \text{ mol/L}$ 为完全沉淀), 约束 2: Cu²⁺, Ni²⁺ 不沉淀, 即 $c(\text{OH}^-)$ 溶液中小于它们开始沉淀时的临界 $c(\text{OH}^-)$; 第二步, 分别建立 Cu(OH)₂,

Ni(OH)₂ 的代数方程, 即 $c(\text{OH}^-) = \sqrt{\frac{K_{\text{sp}}[\text{Cu}(\text{OH})_2]}{c(\text{Cu}^{2+})}}$,

$c(\text{OH}^-) = \sqrt{\frac{K_{\text{sp}}[\text{Ni}(\text{OH})_2]}{c(\text{Ni}^{2+})}}$; 第三步, 将数据代入代数方

程求解, 即 $c(\text{OH}^-) = \sqrt{\frac{K_{\text{sp}}[\text{Cu}(\text{OH})_2]}{c(\text{Cu}^{2+})}} = \sqrt{\frac{2.2 \times 10^{-20}}{0.022}} = 1 \times 10^{-9} \text{ mol/L}$,

$c(\text{OH}^-) = \sqrt{\frac{K_{\text{sp}}[\text{Ni}(\text{OH})_2]}{c(\text{Ni}^{2+})}} = \sqrt{\frac{5.5 \times 10^{-16}}{0.042}} \approx 1.14 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$; 第四步,

根据 $\text{pOH} = -\lg c(\text{OH}^-)$, 分别得出 $\text{pOH} = 9$ 和 $\text{pOH} \approx 6.94$, 即 $\text{pH} = 5.0$ 和 $\text{pH} \approx 7.06$ 。

因此 pH 最高可调至 5.0 (pH 超过 5.0 时, 碱

性变强, Cu(OH)₂ 开始沉淀)。

第(5)题属于高考化学“物质结构与性质”模块的压轴高频考点, 融合三维空间几何、原子均摊法、配位数计算三大核心知识点, 同时结合工业流程的最终产物, 是高考化学“物质结构题”的经典命题范式。第一步, 将微观晶胞的原子排布, 抽象为三维空间直角坐标系模型, 运用建系法将顶点、面心、体心原子对应空间坐标点, “相邻原子间的最近距离之比”转化为空间直角坐标系两点之间的代数距离; 第二步, 设晶胞边长为 a , 以下底面为研究对象, 顶点原子坐标为 $(0, 0, 0)$, 面心原子坐标为 $(a/2, a/2, 0)$, 体心原子坐标为 $(a/2, a/2,$

$a/2)$, 顶点一面心距离 $d = \sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2 + 0^2} = \frac{\sqrt{2}}{2}a$,

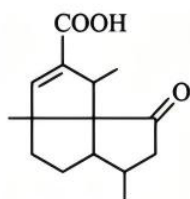
面心一体心距离 $d = \sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)^2 + 0^2 + 0^2} = \frac{a}{2}$, 对比题目中

已知条件 $d_{\text{Ni-Cu}}:d_{\text{Ni-N}} = \sqrt{2}:1$, 发现两个 d 的比值与已知条件对应, 那么 Ni 原子为面心原子, Cu 原子为顶点原子, N 原子为体心原子; 第三步, 根据均摊法, $\text{Cu}: 8 \times 1/8 = 1$, 即 $y = 1$, $\text{Ni}: 6 \times 1/2 = 3$, 即 $x = 3$, $\text{N}: 1 \times 1 = 1$, 即 $z = 1$, 因此 $x:y:z = 3:1:1$; 第四步, 运用对称性模型思维, 即以 Cu 原子 (顶点) 为中心, 周围最近的 Ni 原子 (面心) 分布在 3 个正交平面 (xy 、 xz 、 yz), 每个平面由 4 个等价面心原子, 则总数目为 $3 \times 4 = 12$ 。

3 运用化归思想解决有机化学问题

面对综合性强的难题, 最有效的策略不是硬闯, 而是巧妙地“化归”, 化归思想是指将有难度的化学问题转化归结为另一个容易解决或者由固定解决方法的问题。这种方法常常用于选择题的快速判断, 例如, “能否发生加聚反应”化归为“分子中是否含有碳碳双键”“所有原子是否共面”转化为“分子中是否存在饱和碳原子”。这样一来, 面对不熟悉且复杂的有机物时, 我们便能游刃有余地求解。

例 3 (2024 年广东卷第 9 题) 从我国南海的柳珊瑚中分离得到的柳珊瑚酸 (下图), 具有独特的环系结构。下列关于柳珊瑚酸的说法不正确的是



- A. 能使溴的四氯化碳溶液褪色
- B. 能与氨基酸的氨基发生反应
- C. 其环系结构中 3 个五元环共平面
- D. 其中碳原子的杂化方式有 sp^2 和 sp^3

解析：本题以柳珊瑚酸为研究范畴，属于海洋天然产物，这一设计不仅体现化学学科与自然资源开发的结合，也弘扬了我国在海洋天然产物领域的科研成果，符合高考化学“联系生产生活实际、落实立德树人”的命题导向。

在高考考场上，这种物质的相关性质我们是完全陌生的，柳珊瑚酸这种有机物的性质也并非《普通高等化学课程标准（2017年版）》明确要求掌握的知识，对学生而言，化归思想是处理这道题的核心思维方法，本质就是将陌生、复杂的问题，

转化为熟悉、简单的基础问题。对于 A 选项，我们结合所学知识可知，碳碳双键、碳碳三键可以和溴发生加成反应，从而使溴的四氯化碳溶液褪色，那么 A 选项就可以化归为“有机物中是否存在碳碳双键或者碳碳三键”；对于 B 选项，在高中阶段我们知道氨基具有碱性，能与酸类物质发生反应，那么 B 选项就化归为“有机物中是否含有羧基等酸性官能团”；对于 C 选项，结合所学知识我们知道，乙烯，苯等有机物碳元环共平面，从杂化轨道理论来看，乙烯为杂化 sp^2 ，苯为杂化 sp^2 ，那么 C 选项就可以化归为“有机物各元环中碳是否都是不饱和碳”；对于 D 选项，根据价层电子对互斥理论，杂化轨道数价层电子对数 σ 键电子对数 + 孤电子对数，对于碳原子，碳碳单键连接为杂化 sp^3 ，碳碳双键连接为杂化 sp^2 ，碳碳三键连接为杂化 sp ，那么 D 选项化归为“碳原子是否存在单键和双键连接”。这样一来，显然 C 选项错误，该有机物结构简式中存在不饱和碳原子，即类甲烷结构，为非平面结构，所以三个五元环无法共平面。

表 1 价层电子数与空间构型对照

价层电子对数	杂化类型	杂化轨道数目	空间结构	实例
4	sp^3 杂化	4	正四面体形	CH_4
3	sp^2 杂化	3	平面三角形	BF_3
2	sp 杂化	2	直线型	$BeCl_2$

4 运用分类讨论解决化学常识题

分类思想是指将对象按照一定的标准进行分类，然后对不同类型的对象进行性质及特点的分析，在高中化学中，根据物质的组成、结构、性质等特征，将物质、化学性质、化学概念划分成

不同类型，依据同类物质具有相似性质，研究并解决化学问题的科学思维方法。

例 4（2025 年广东卷第 1 题）中华传统技艺，凸显人民智慧。下列选项所涉及材料的主要成分属于合金的是

剪纸	篆刻	活字印刷术	中医针灸
A. 纸哪吒	B. 石印章	C. 木活字	D. 不锈钢针

解析：本题属于 STSE（化学与生活、科技、材料、环境）题型，全国卷、新高考卷为必考题，定位“送分题”，侧重科学态度与社会责任核心素养，但考查的知识点相对分散，在求解这道题时，我们需

要先对四个选项的化学本质进行分类。

结合所学知识，我们按照材料的类别分为 3 大类，即金属材料、无机非金属材料、有机高分子材料，其中金属材料包括纯金属和合金。A 选



项纸哪吒主要成分是纤维素，属于天然有机高分子，因此归类为有机高分子材料；B选项石印章主要成分是硅酸盐或碳酸钙等矿物质，属于钙物质，因此归类为无机非金属材料；C选项木活字中木材的主要成分是纤维素，属于天然有机高分子材料，因此归类为有机高分子材料；D选项不锈钢是铁与铬、碳等熔合而成的铁合金，属于合金材料，因此归类为金属材料。运用分类讨论思想，学生在解题时对四个选项进行化学性质的分类定义，并结合对合金的概念，最终得出只有选项D不锈钢符合合金材料的定义。

5 结语

综上所述，数学思想作为一种把化学知识转化为思维能力的纽带，揭示了变量与常量、量变与质变、定性与定量之间的辩证统一关系[4]。数学思想作为高中化学学习不可或缺的工具，数形结合、建模思想、化归思想、分类讨论等思维方法，将抽象的化学平衡、化学反应、定量计算与物质结构直观化、条理化。数学与化学的融合，不仅提升了解题效率，更能培养学生论证推理与模型认知的化学核心素养，打破学科壁垒，为高中化学深度学习筑牢根基。

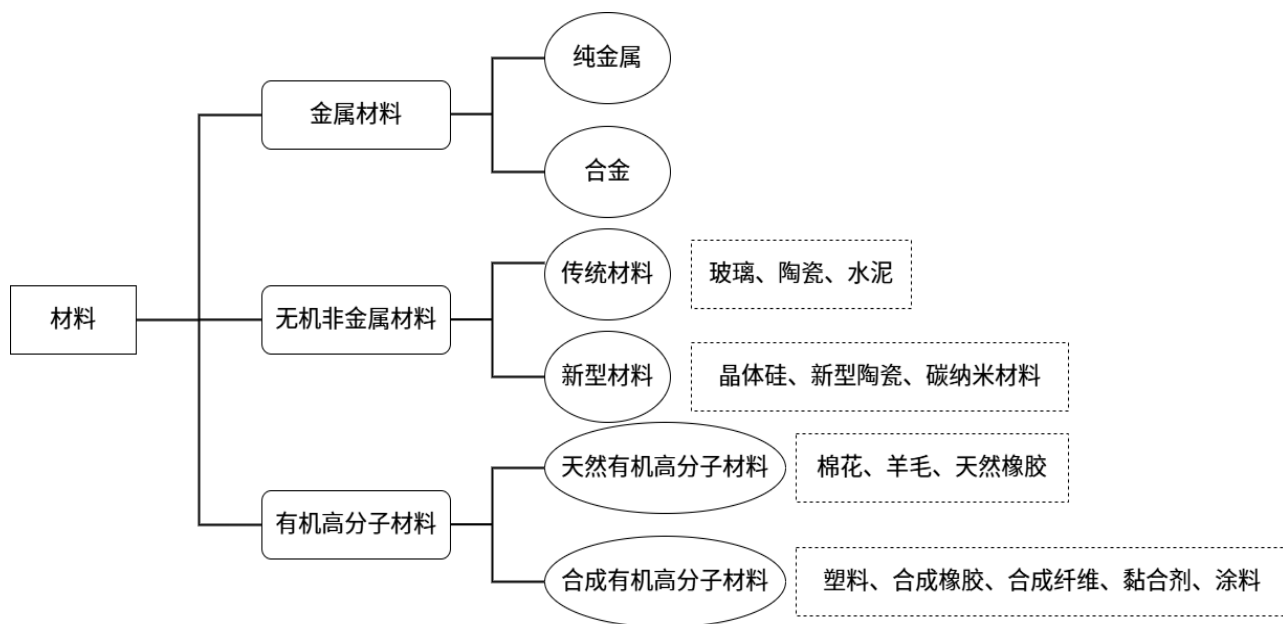


图2 材料的分类示意图

参考文献：

- [1] 教育部考试中心. 中国高考评价体系说明[M]. 北京: 人民教育出版社, 2019: 1.
- [2] 程晶, 蔡海涛. 数学思想在高中化学解题教学中的应用——以2020全国I卷为例[J]. 福建教育学院学报, 2021, 22(06): 35-37.
- [3] 王玉红. 构建模型解决问题——建模思想在高中化学解题中应用[J]. 数理化解题研究, 2025, (16): 128-130.

- [4] 张乾丰, 刘玉荣, 来俊军. 数学极限思想在高中化学教学中的应用[J]. 化学教学, 2021, (05): 85-90.

作者简介: 许佳奕(2005-), 男, 汉族, 广东汕头人, 广东机电职业技术学院在读学生, 主要研究方向为基础数学, 应用数学与建模, 网络与数字经济; 王志平(1981-), 男, 汉族, 湖北黄冈人, 硕士, 广东机电职业技术学院讲师, 主要研究方向为基础数学, Clifford分析, 八元数分析研究。