

波利亚解题思维在试题分析中的运用

——以浙江省选考27题为例

余洁琼 尹卫平

(浙江省三门中学 浙江 三门 317100)

文章编号:1002-2201(2023)11-0064-03

中图分类号:G632.479

文献标识码:C

浙江省选考27题是全卷中唯一要求书写解题过程的题目,涉及物质变化及能量变化过程中的相关计算,切实考查了学生变化观念、守恒思想及化学表征能力。试题难度中等,但实际得分率并不理想。究其原因主要在于复习时单一的讲、评、练,对学生思维模型的建构、素养能力的提升缺乏针对性训练。本文基于命题特点,尝试运用波利亚解题表法建构解题思维模型,以提高复习效率。

一、命题分析

浙江省选考27题主要以文字、数据、表格的方式呈现,从试题情境、考查内容、考查关键能力三个维度,将2022年与前两年浙江省选考27题考查内容进行对比分析,如表1所示。

表1 近三年浙江省选考27题命题特点

选考时间	试题情境	考查内容	考查关键能力
2022年 6月	联合生产法制纯碱	计算投料焦炭的质量及同时可获得CaO的质量	定量分析化学变化及伴随发生的能量转化
2022年 1月	确定 $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 的结晶水数目	计算 x 及分解产生氧气的量	质量守恒与电子守恒的运用

够从更高的层次去审视,以更好的心态去解决遇到的化学反应。因此,我们发现在中学教学中有一些看似无序的问题背后隐藏了深刻的道理,只要我们静下心来研究便可“拨开云雾见天日,守得云开见月明”。

参考文献

[1] 张玉林. 2022年1月浙江选考化学试题的继承与创新

续表1 近三年浙江省选考27题命题特点

选考时间	试题情境	考查内容	考查关键能力
2021年 6月	燃烧法确定有机物的分子式	计算燃烧产物中水的物质的量及有机物分子式	质量守恒的运用
2021年 1月	用热KOH溶液洗涤玻璃仪器内壁残留的硫单质	KOH溶液的体积及 K_2S_2 化学式的确定	多步反应物质间的定量关系及计算
2020年 7月	在量热计中测定 CuSO_4	计算热量及反应热	定量分析化学变化及伴随发生的能量转化
2020年 1月	样品中 $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 的质量分数	氧化还原滴定的定量计算	误差分析及电子守恒

通过对比分析发现,浙江省选考27题命制的情境源于生产、生活与定量实验,要求学生能熟练运用质量守恒、电子守恒及物质间的定量关系分析化学变化及伴随发生的能量转化。

反应式是化学变化观念的基本表征形式,主要包括物质变化、能量变化两方面。物质变化的同时伴随着相应的能量变化,二者均存在着相应的守恒关系及

[J]. 中学化学教学参考,2023(9):62-63.

[2] 王飞, 张玉林. 深耕细作 汇点成面——以高考真题引领高效复习[J]. 中学化学教学参考,2023(10):68-70.

[3] 傅献彩, 沈文霞, 姚天扬, 等. 物理化学(下册)[M]. 5版. 北京:高等教育出版社,2010.

[4] 樊佳伟, 李瑞江, 朱学栋, 等. 二乙苯脱氢制二乙烯基苯热力学及反应特性研究[J]. 精细石油化工,2021,38(3):35-39.

计量关系,该题命制基本思路如图1所示。

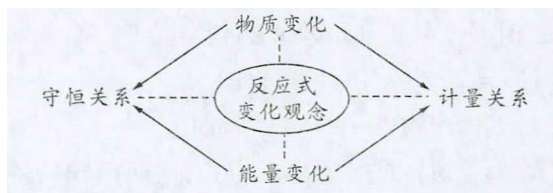


图1 浙江省选考27题命制基本思路

基于命题分析及学生答题情况诊断,确定复习主干知识为热能变化、关系式法、滴定法、守恒法在定量计算中的运用。在化学能与热能的转化复习时,基于能量守恒,从宏观、微观层面分析化学能与热能的转化关系,应注重反应热、中和热、燃烧热、热值等概念的理解与定量计算的运用。关系式法是以物质的微观组成及相应化学反应为基础的定量方法,可以与守恒法结合运用。复习滴定法时,要创设情境理解酸碱滴定法、氧化还原滴定法、配位滴定法、沉淀滴定法,了解滴定的方式可以分为:直接滴定法、间接滴定法、返滴定法、置换滴定法。守恒法复习时应重点强化原子守恒、电子守恒及电荷守恒,尤其是原子守恒的运用。针对考查内容繁多、主旨突出的命题特点,可运用波利亚解题表法,厘清解题思路,建构解题思维模型,增强解题规范性,培养学生变化与守恒思想。

二、波利亚解题思维模型

1. 波利亚解题思维模型的建构

波利亚解题表法可分为四个步骤,依次为:弄清问题、拟定计划、实施计划和回顾。在化学高考题分析过程中,解题、析题是最重要的环节,学生解题思维的训练亦是重中之重。将波利亚解题思维运用于试题分析中,可增强解题的针对性与条理性,将学生素养水平外显,便于修正与评价;其解题过程也可以分为四个连续的任务。任务一:明确题目已知信息条件与要解决的问题,并深入理解问题。整合已知条件,建立条件与问题之间的相互联系,并挖掘题目中隐藏的信息。首先,处理能直接解决的问题,再重点思考不能直接解决的问题与已知信息条件的逻辑关系。往往比较复杂的问题需要借助题中的陌生信息、隐含条件与方法技巧才能解决。隐含条件的挖掘与方法技巧的高低会影响学生对问题的思考,需要重点培

养。任务二:拟定重难点问题解决计划。先确定能根据已知信息直接解决的问题,若无法直接解决的问题,就需要进一步思考已知信息条件与问题间的差距,还需要哪些知识、条件与方法技巧来支撑。能否以已有的知识、条件推导或挖掘出隐含的条件,缩短已知信息条件与要解决问题之间的距离,进而拟定解题计划。任务三:实施解题计划,这是解题任务实施的过程,更是思维的表征过程。计划实施活动的第一步就是要将题给条件尽可能转化成化学术语、流程图、公式等。学生已有知识、方法与能力决定其思维轨迹与解决效果。活动中要引导、鼓励学生积极参与,并及时设问、纠正,与学生互动。任务四:回顾,既是对解题思路的重新审视和解决效果的评价,又是学生能力与素养的发展过程。任务四中要引导学生做到一题多解,并对思维的过程、方法、技巧进行反思评价。同时,设计同类型有梯度的题目,将形成的方法与技巧进行迁移运用,能力与素养同时发展,为后续发展夯实基础。这样既能建构知识体系,强化逻辑分析能力,又能将这种思维能力内化到头脑当中^[1]。波利亚解题思维模型如图2所示。

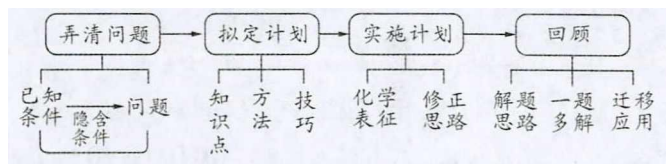


图2 波利亚解题思维模型

2. 波利亚解题思维模型的运用

下面以浙江省2022年选考卷27题为例,谈谈波利亚解题思维模型的具体运用。

例1. (2022年6月浙江省选考卷27题)联合生产是化学综合利用资源的有效方法。煅烧石灰石反应: $\text{CaCO}_3(\text{s}) = \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \Delta H = 1.8 \times 10^2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,石灰石分解需要的能量由焦炭燃烧提供。将石灰石与焦炭按一定比例混合于石灰窑中,连续鼓入空气,使焦炭完全燃烧生成 CO_2 ,其热量有效利用率为50%。将石灰窑中产生的富含 CO_2 的窑气通入氨的氯化钠饱和溶液中,40%的 CO_2 最终转化为纯碱。已知:焦炭的热值为 $30 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$ (假设焦炭不含杂质)。请回答:

(1)每完全分解100 kg石灰石(含 CaCO_3 90%,

杂质不参与反应),需要投料____kg 焦炭。

(2)每生产 106 kg 纯碱,同时可获得____kg CaO (列式计算)。

【学生活动】审题,概括题目所给条件,明确所求问题,表征分析思路。

设计意图:训练学生信息提取与表征能力,做到快、准,以适应高考的节奏。第一步明确已知条件:CaCO₃(s)分解的反应热、焦炭的热值、热量有效利用率、CO₂最终转化为纯碱的转化率,问题为焦炭的投料质量、获得 CaO 的质量,其中隐含的条件为石灰窑中产生的 CO₂ 来源于焦炭的燃烧及碳酸钙的分解。第二步拟定计划中涉及的知识点:无机物之间的转化、反应热、热值等概念,方法主要有关系式法、能量守恒与质量守恒,技巧主要是基于碳原子守恒推出物之间的定量关系。

【学生活动】拟定解题计划并实施,回顾反思解题过程及方法与技巧。

设计意图:第三步计划实施过程中要求学生尽可能用化学用语、流程图表征,熟练后可与第一步、第二步同时进行。第四步回顾解题过程,建构知识体系与解题模型。

其规范解题过程如下:

解:(1)完全分解 100 kg 石灰石(含 CaCO₃ 90%,杂质不参与反应),需要吸收的热量是 $\frac{100\ 000\ \text{g} \times 0.9}{100\ \text{g/mol}} \times 180\ \text{kJ/mol} = 162\ 000\ \text{kJ}$,已知:焦炭的热值为 $30\ \text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$ (假设焦炭不含杂质),其热量有效利用率为 50%,所以需要投料焦炭的质量是 $\frac{162\ 000\ \text{kJ}}{30\ \text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}} \times 2 = 10\ 800\ \text{g} = 10.8\ \text{kg}$ 。

(2)根据(1)中计算可知消耗焦炭的物质的量是 $\frac{10\ 800\ \text{g}}{12\ \text{g/mol}} = 900\ \text{mol}$,参加反应的碳酸钙的物质的量是 900 mol,这说明参加反应的碳酸钙和焦炭的物质的量之比为 1:1,所以根据原子守恒可知生成氧化钙的质量是 $\frac{106\ \text{kg} \times 56\ \text{g/mol}}{106\ \text{g/mol} \times 40\% \times 2} = 70\ \text{kg}$ 。

例 2. (2022 年 1 月浙江省选考卷 27 题)某同学设计实验确定 Al(NO₃)₃ · xH₂O 的结晶水数目。称取样品 7.50 g,经热分解测得气体产物中有 NO₂、O₂、

HNO₃、H₂O,其中 H₂O 的质量为 3.06 g;残留的固体产物是 Al₂O₃,质量为 1.02 g。计算:

(1)x = ____ (写出计算过程)。

(2)气体产物中 n(O₂) ____ mol。

【学生活动】审题,写出反应式,注明已知的各物质的质量与物质的量;明确所求问题。

设计意图:复习时,引导学生建构反应式分析模型,表征题目条件与问题,便于学生思维发展,运用物质的组成比、质量守恒、电子守恒关系拟订计划;如图 3 所示。

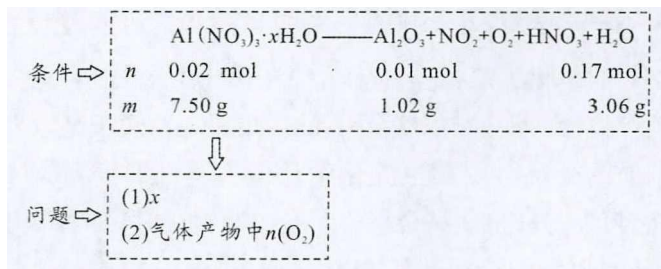


图 3 例 2 的分析思路

【学生活动】说明解决问题所运用的方法与技巧,实施计划,并反思解题过程。

设计意图:将学生的思维过程外显,形成正确的解题方法与技巧,便于及时修正、规范解题过程,回顾反思解题的过程,形成思维品质。

其规范解题过程如图 4 所示。

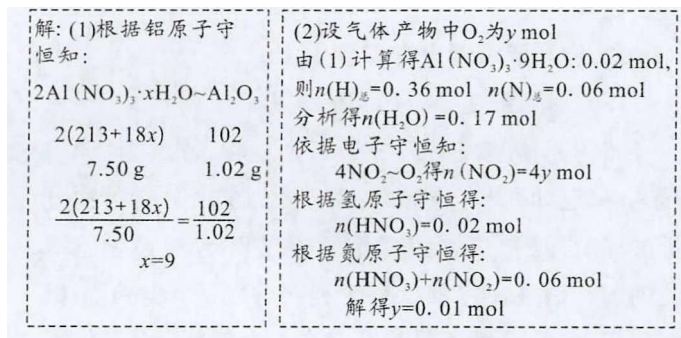


图 4 例 3 的规范解题过程

三、结语

深刻理解波利亚解题表法会发现,它不仅适用于计算题,也适用于其他问题的解决。以学生认知水平为起点,运用波利亚解题思维,分四步展开任务式教学,不仅能有效地培养学生化学表征能力,还能促进学生逻辑思维能力的发展。

参考文献

- [1] G·波利亚. 怎样解题[M]. 涂泓,冯承天,译. 北京:科学出版社,1982:15.