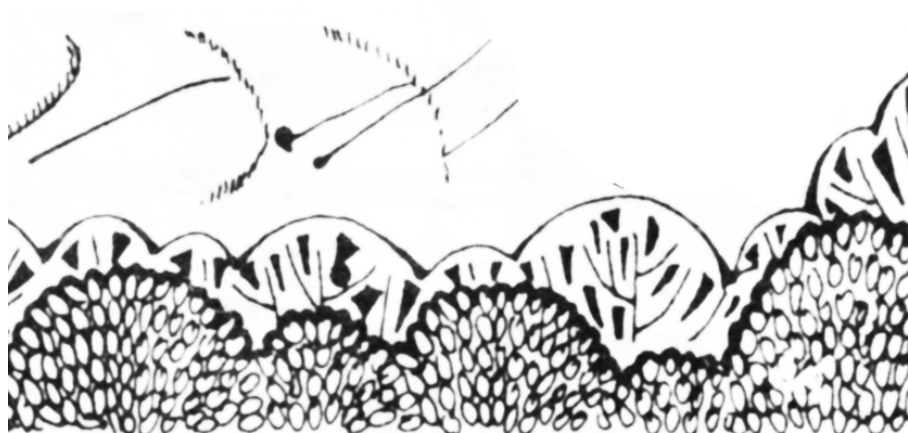


化学教育理论 (九)

文强 编著



目 录

化学学习论	1
化学学习策略.....	1
化学问题解决的信息加工策略	1
化学学习能力.....	23
化学学习能力概述	24
化学观察能力及其养成	29
化学实验能力及其养成	36
化学抽象思维能力及其养成	41
化学微观想象能力及其养成	47
化学自学能力及其养成	52
解决化学问题的能力和化学创造能力	57
化学知识的教学策略	64
理论性知识的教学策略	65
事实性知识的教学策略	76
技能性知识的教学策略	84
化学学习过程优化	87
化学学习的特征	88
化学学习动机	90
化学学习能力优化	98
化学元认知能力.....	110
化学学习的内在动力系统	120
化学学习的内在动力系统.....	120
化学学习的发动系统	123
化学学习的维持系统	138
化学学习的定型系统	143

化学学习论

化学学习策略

化学问题解决的信息加工策略

一、信息简约策略

对某些信息密集的化学问题而言,文字叙述往往显得繁杂,特别是其中一些无关信息的干扰与设陷,解题者难以准确把握问题之关键或误入歧途。因此,一种值得推荐的策略是:面对复杂问题,首先要大刀阔斧地削去可能屏蔽思维的一些枝节内容,从而在认知结构中清晰地呈现出问题的主干,使复杂的表述简明化,明确问题的始态(已知条件)、终点(待求结论)和节点(可能遇到的障碍)。

问题 1:

(1990年NChO)钼是我国丰产元素,探明储量居世界之首。钼有广泛用途。例如白炽灯里支撑钨丝的就是钼丝;钼钢在高温下仍有高强度,用以制作火箭发动机、核反应堆等。钼是固氮酶活性中心元素,施钼肥可明显提高豆科植物产量,等等。

辉钼矿(MoS_2)是最重要的钼矿,它在130、202 650Pa氧压下

跟苛性碱溶液反应时,钼便以 MoO_4^{2-} 型体进入溶液。

1.在上述反应中硫也氧化而进入溶液,试写出上述

配平的反应方程式。

2. 在密闭容器里用硝酸来分解辉钼矿，氧化过程的条件为 150—250 °C、1114575—1823850Pa 氧压。反应结果钼以钼酸形态沉淀，而硝酸的实际消耗量很低（相当于催化剂作用），为什么？试通过化学方程式（配平）来解释。

上述问题长达 250 余字，其中第一段提供了有关钼用途方面的诸多信息，仅作参考，与所求的反应并无直接的关系，如将精力集中于此，则入歧途。题中的数据也仅揭示一点：反应在一定温度和高氧压条件（ O_2 可能参与反应）下进行。为此，简化题意是认知加工的第一步：

写出方程式，解释下列过程（要求配平）。

1. 在氧气充足条件下， MoS_2 溶于苛性碱溶液，硫同时也被氧化进入溶液；

2. 在氧气充足条件下， MoS_2 溶于稀硝酸形成钼酸沉淀，但硝酸的实际消耗量很少。

显而易见，对问题进行简约加工，界定了反应物和反应条件，使问题解决的“重心”移至生成物的待定和反应方程式的配平上，从而明确解题方向，

推理更具有针对性：充足的氧将 MoS_2 中的硫元素氧化成 SO_4^{2-} 进入溶液；稀硝酸还原得到的 NO 继而又被氧气氧化成 NO_2 ，在溶液中 NO_2 迅速转化为 NO 和 HNO_3 ，反复循环……循此思路，问题便迎刃而解。

当问题涉及多个过程、不同操作和一系列数据时，可按一定的逻辑顺序将化学反应的进程、条件、各级产物及数量关系用框图表示出来，一些附属的、次要的信息得以简化，一些无关的信息随之弃去。这样，问题演

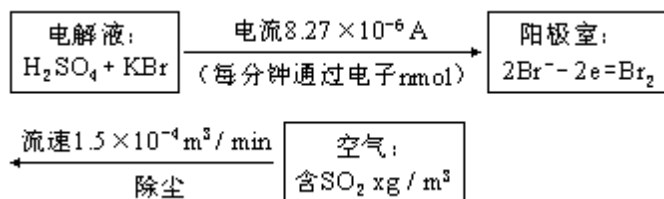
化的脉络十分清晰，有助于解题者把握问题的关键。

问题 2：

(23 届 IChO 预备题) 某种型号的化学分析器是根据 SO_2 与 Br_2 的定量反应来测定空气中二氧化硫含量的。上述的溴来自一个装满酸性 (H_2SO_4) KBr 溶液的电解槽的阳极氧化反应。阴极室与阳极室是隔开的，电解电流为 $8.27 \times 10^{-6} \text{ A}$ ，同时保持恒定的溴浓度。空气经过机械除尘，以 $1.5 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{min}$ 的流速吸进电解槽的阳极室。设被测定的空气中除 SO_2 之外不含有其他与 Br_2 反应的气体。求空气中 SO_2 的含量。

上述有关测定大气中 SO_2 含量的实际问题情境涉及到多步变化，除化学变化 $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4$ 和酸性 KBr 溶液的电解外，还有空气除尘、吸入电解槽等物理过程。如能将每分钟的变化用图示得以反映，则思维过程十

分简洁：每分钟通过电子 $n = \frac{8.27 \times 10^{-6} \times 60}{96500} \text{ mol}$ ，生成 $\text{Br}_2 \frac{1}{2} \text{ nmol}$ (不考虑电解损耗)，可吸收纯的 $\text{SO}_2 \frac{1}{2} \text{ nmol}$ ，即可推出 $x = \frac{\frac{1}{2} n \times 64}{1.5 \times 10^{-4}} (\text{g}/\text{m}^3)$ 。



二、信息类比策略

类比作为一种推理方式，在科学发现过程中曾起过重要的作用。著名的薛定谔 (Schrödinger) 方程便是将经典波的运动规律与粒子波进行类比的结果，这一并非逻辑演绎导出的方程的正确性是靠后来推得的大量结

论与实验一致而予以证实的。

类比的特征是：根据两个(类)对象之间在某些方面的相似或相同，从而推出在其他方面也可能相似或相同。类比作为一种指导性的策略，在引导学生解决化学问题中所起的作用更不可低估。由于知识经验和抽象概括能力的不足，当面临一些与自身认知结构相偏离的化学问题时，学生往往一筹莫展，有时试图用纯演绎或纯归纳的方式去推理，最终也难奏效，而类比却时常成为十分活跃的思维工具，在已知和未知之间迅速架起一座桥梁，形成解题之捷径。

问题 3

$(\text{BN})_n$ 是一种新的无机合成材料，工业上制 $(\text{BN})_n$ 的方法之一是用硼砂和尿素在 800—1000 °C 时反应，得到 α - $(\text{BN})_n$ 及其他元素的氧化物。 α - $(\text{BN})_n$ 可作高温润滑剂、电气材料和耐热的涂层材料等。假如在高温、高压条件下，则可得 β - $(\text{BN})_n$ 。 β - $(\text{BN})_n$ 硬度特高，是作超高温耐热陶瓷材料、磨料和精密刀具的好材质。

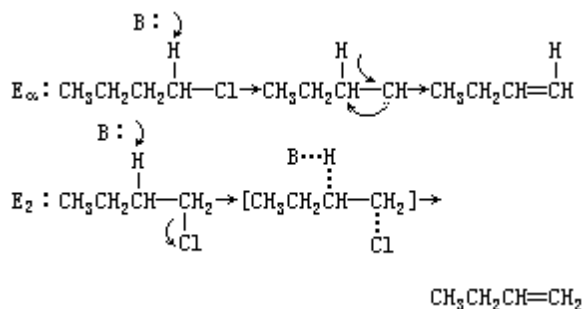
1. 写出硼砂和尿素反应制 α - $(\text{BN})_n$ 的方程式。
2. 画出 β - $(\text{BN})_n$ 的空间构型。

对学生而言， $(\text{BN})_n$ 是一种完全陌生的化合物，而上述问题仅叙述了 α - $(\text{BN})_n$ 、 β - $(\text{BN})_n$ 两种变体的制法和性质，未涉及结构方面的任何信息，因此缺乏推出空间构型的直接依据。但是，从已知的性质中隐约可知， α - $(\text{BN})_n$ 与熟知的碳的两种同素异形体石墨、金刚石似有某些相似之处，进一步“求同”还发现，BN 和 CC 是等电子体。由此大胆类比： α - $(\text{BN})_n$ 的结构与石墨相似(由正六边形组成的片层结构)， β - $(\text{BN})_n$ 的结构与金刚石相似(由正四面体组成的巨型分子)。

物质客观属性(结构、性质、制取装置等)之间的类比,通常与映入认知结构中的某些鲜明直观的形象或模型有关,但更有价值的是思路、观念或方法的类比,其抽象思维和联想迁移的水平更高,在解决复杂化学问题时往往显示出独特的魅力。

问题 4:

(1993年浙江省化学竞赛)在强碱 B(如 $\text{Na}^{\oplus}\text{NH}_2^{\ominus}$) 的存在下, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ 可按下列两种历程发生消除反应,分别称之为 E_a 消除和 E_2 消除:



试设计一个实验证实上述历程。

用实验方法确认机理,学生首先会想到加某种化学试剂并根据特征现象进行区分,但上述两种机理的起始物和生成物相同,因而从两个极难控制的中间状态的组成上进行分析显然是不现实的。阅卷时发现,约有 80% 之多的学生进入了这一思维误区。本书作者之一在编制该题时的出发点是:要求学生广泛联想,抓住中学有机化学中曾用同位素 ^{18}O 标记羟基氧由示踪产物来确定机理的研究思路,由此进行类比,找出可行的方法:在一氯丁烷的 α 位(或 β 位)碳原子上引入两个氘(D)原子,根据分离出的消除产物中 D 的位置变化和原子个数的差异,即可区别两种机理。这种跨时空的联系,正是思路类比所产生的奇妙效应。

三、信息引申策略

化学问题的难易并不取决于题述文字的多少，而在于隐意的深浅和思路的曲直。虽然，多次解决相类同的问题可以发展对该类问题的解决能力，但具体涉及某一问题，尤其是开放题，方法和规则并非万能，当指向解目标的特征信息凝聚在个别字词或题意之外，则需结合具体问题逐字挖掘有用信息，经多角度思考分析后作合理推想，力求上下兼顾，前后呼应，逐级引申、反复论证，直至问题的终点。信息引申是一项艰难的工作，没有固定的程式可循，因而是对解题者知识和能力的综合考验。

问题 5：

(1992 年 NChO) 照相时若曝光不足，则已显影和定影的黑白底片图像淡薄，需对其进行“加厚”。加厚的一种方法是：把底片放入由硝酸铅、赤血盐溶于水配成的溶液，取出，洗净，再用硫化钠溶液处理。写出底片图像加厚的反应方程式。

上述问题是化学知识联系实际的一个典型实例，大多数学生不熟悉与此有关的化学背景，从题意本身也无从寻找可直接类比的知识或方法作为支撑，因而问题的难度陡增。据当年的统计，65 名应试选手中仅 1 人给出正确答案。事实上，从“关键词”入手揭示隐含的信息，引申题意，即可迅速改变“疑无路”的局面。以下给出指向问题解决的一系列引申：

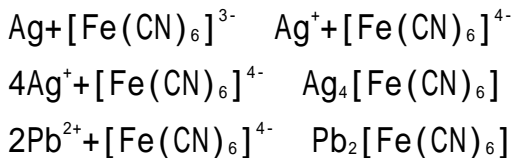
引申 1 既已“定影”，则底片必经 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液浸洗；未感光的 AgBr 之类的卤化银已全洗去而仅剩银粒。

引申 2 既是“加厚”，则底片上因感光形成的影像信息应始终保留，即原像位置不可挪动，故推出加厚只能

是直接覆盖某物质至银粒表面或银粒参与反应后又又在原位生成更多的产物,并以外观黑度增加为标志。同时也可否定生成可溶性的 $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ 。

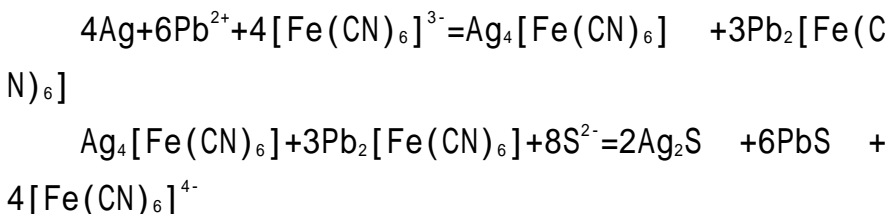
引申 3 题中点明事先已将 Pb^{2+} 、 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ 相混配成“溶液”,而两者之间无明显的反应现象,由此可知 Ag 必为反应物之一。引申 4Ag 参与反应,必为 $\text{Ag} \rightarrow \text{Ag}^+$,而氧化剂必与两种盐有关。从 Pb 具有较强的金属活泼性推知 Pb^{2+} 的氧化性很弱, Fe^{3+} 的配合物 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ 则为中等强度的氧化剂,由此否定 $\text{Pb}^{2+} + \text{Ag} \rightarrow \text{Pb} + \text{Ag}^+$ 的反应。

引申 5Ag^+ 有一定的氧化性 ($E^\circ_{\text{Ag}^+/\text{Ag}} = 0.799\text{V}$),故不活泼金属 Ag 能否被 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ 氧化尚难定论,但高电价的 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ 与 Ag^+ 、 Pb^{2+} 离子结合生成沉淀的事实,无疑推动了氧化还原反应的进行:



引申 6 以上生成的两种白色沉淀遇 Na_2S 溶液,即转化为更难溶的黑色物质 Ag_2S 和 PbS 。因此, $\text{Ag} \rightarrow \text{Ag}^+$ 未使影像信息消失,同时 Pb^{2+} 又成为信息的新承担者。

经历多步引申之后,扩充了题给信息的容量,增强了信息的透明度和可利用性,因而不难对问题的解作出合理的概括:



从定性角度分析,在银上析出白色沉淀,继而又转为黑色沉淀,原像信息不受影响,从定量角度考察,4m

0.1 mol Ag 最后转化为 $2\text{ mol Ag}_2\text{S}$ 和 6 mol PbS , 同一影像上黑色密度明显增加, 加厚过程即得以实现。

四、信息转换策略

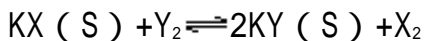
化学现象千变万化, 从中产生的问题也各式各样, 许多截然不同的问题有时可用相同的形式表述, 而同一问题时常又以不同的形式呈现。因此, 当面临的化学问题信息生疏、概念模糊时, 可尝试用自己熟悉的方式(语言、模型、情境等)去描述, 一次不行, 再换一次, 不断调整方向和层次, 直至问题的轮廓和关键清晰为止, 这就是问题解决中极其有效的信息转换策略。通过转换, 可将一个陌生问题变成一个熟悉的问题, 一个未知变量转换成较易认识的另一个变量, 一个复杂的实际问题简化成一个典型的化学模型。

总之, 这是一种将待解的问题经过某种转化, 归结到一类已经认识或较易解决的问题情境中, 从而求获原问题之解的思想方法。

就具体的化学问题而言, 又可分信息的等价转换和不等价转换两种形式。前者是指同一层次上的信息转换(互译), 从平行角度将问题变形, 后者则是将题给信息纳入较高层次的模型内讨论, 将问题视为一个特例, 或按相反的“路径”重新整合信息(逆反转换), 或将问题退到最简单的“起点”(极限转换), 或将“高维”信息降级处理(降维转换)等等。可以这样说, 问题解决离不开转换, 而顺利实现有效转换之关键, 在于能否把握知识之间的内在联系。

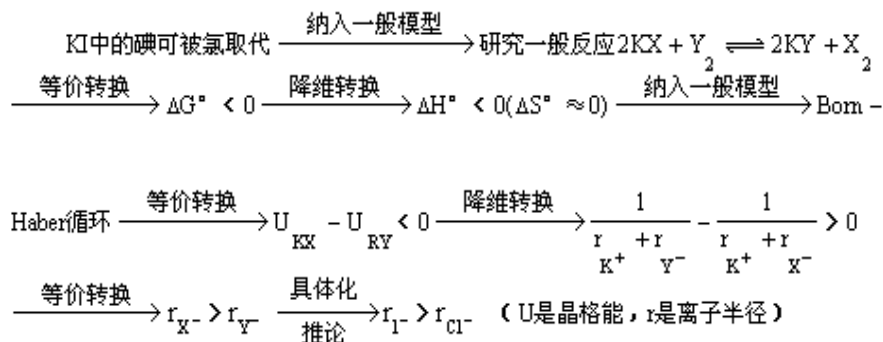
问题 6:

(第 23 届 IChO 预备题) 假定较活泼的卤素按下列反应方程式把较不活泼的卤素从其化合物中置换出来 2



而 $(E_A - \frac{1}{2}D)$ 对所有卤素近似相等。试解释为什么KI中的碘能被氯取代。

解决上述问题，可由结果追溯原因的方式对信息作逆反整合，其中每一步转换又各具特征。



显然，经上述一系列转换，将一个复杂的化学问题演变成若干个相对简单的命题，其中最后三步转换中有两步化归为简单的初等代数式变形，最后一步又是轻易可得的推论，由此足见转换策略化繁为简、化难为易之特殊功效。

值得指出的是，没有化学原理、方法和模型的支持和活用，从未知向已知领域转化是难以实现的；同一问题可能有多种转换途径，何者最优，应从思路的复杂性、解题者的适应性和解题所需时间等多方面综合考虑。

五、信息评价策略

信息评价是一个包容度较大的概念，它包含对问题所指的目标、题给信息的隐显和因果关系的合理性、解题过程的清晰性和可靠性、解题思路的简捷性和最优化等多方面的评价，其中尤以思路评价最为艰难。

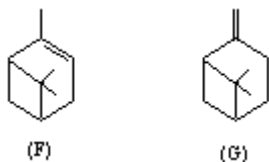
在解题历程中，应善于“捕获”导向解题目标的种

种瞬间信息。当问题出现多种可能的解，或经思维派生出几种不同的思路时，应结合问题迅速作出正面肯定或反例否定，在此基础上进一步优化思路。此外，终点目标作为问题中明确提出而又尚待证实或证伪的命题，也是重要的信息源，因为终点目标既界定了解决问题所需努力的程度，同时也暗示着努力的方向，因而不可等闲视之。可见，信息评价是一项复杂的、综合的认知活动，是问题能否顺利得解的指导性行为。

问题 7：

(第 24 届 IChO 预备题) 某兽医曾用以下方法治疗一些受伤的大动物，即伤口处用结晶性的碘包扎，然后用松节油浸润。松节油内含 60% 的 α -蒎烯(F)和 30% 的 β -蒎烯(G)。

结构式如下：



由于松节油的浸润产生了明显的放热反应，致使碘蒸发到达难以接触的伤口深部，于是大量雾状紫色碘蒸气也出现在伤畜主人的家中，以致兽医对用药现象感到奇怪。

请对如此大量的热量的释放过程作出合理解释。

解决上述问题可从如下几方面展开评价。

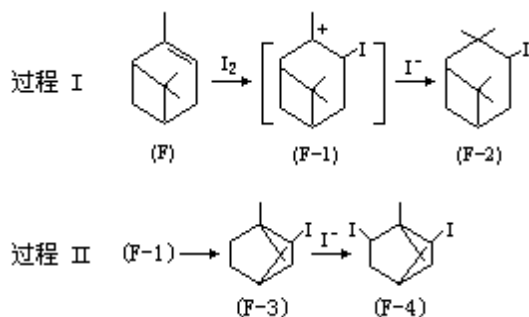
(1) 目标评价。要求通过分析“如此大量”的热量产生的原因解释题给现象，从中暗示此系热效应明显的化学反应所为。

(2) 信息的隐显评价。问题的背景虽然陌生，但(F)、(G)结构存在活泼的双键及其性质是显在的，(F)因四元

环和环烯同时存在而导致较大的张力，两者与碘加成后转化为环己烷结构，伴随放出热量，这是一个明显的“突破口”。但是，“如此大量”的热量是否仅由加成所致？(F)、(G)中双键打开后，能量较高的四元环依然存在。因此，扩环重排，促使体系更趋稳定，释放的能量更多，这或许是更重要的隐含信息。

(3)思路评价。通过揭示隐含信息可知，采用加成、重排协同机理解释“如此大量”似比单纯加成机理更为合理。

(4)可靠性评价。支持协同机理的依据是加成的中间体碳正离子易产生重排(α -迁移)而扩环，生成张力较小或无张力的五元环。以(F)为例，加成和重排过程可表示为：



从上述评价可知，(F)和(G)的、两个过程释放能量之总和，足以使局部温度升高，导致结晶态的碘受热而升华，形成大量雾状的紫色碘蒸气。

值得强调的是，与简约、类比、引申、转换等信息加工的具体策略相比，信息评价更注重对问题进行整体的、系统的分析和解题方案的周密设计，因而是解决化学问题的指导性策略，从思维要求看，似更突出其灵活性和批判性的特征。

根据上述分析可知，结合具体问题的特征和本学科

的思想方法研究化学问题的解决,有助于充实和发展信息加工理论。大量的实例表明,对一些复杂的化学问题而言,常规的解题程序往往难以奏效,而简约、类比、引申、转换、评价等信息加工策略都有独到之处。必须指出的是,以上探讨的各种策略虽对某类问题的解决或解决某一问题的几个方面有所侧重,但并非相互孤立,在实践过程中往往是融合在一起的。有时多种策略并用解决某个问题,有时相同问题可用不同的策略去解决,这取决于问题的复杂性和解题者运用策略的能力及适应性。

在化学学习过程中,知识与技能的迁移并不是简单地将已有的知识、经验“移位”或机械模仿,而是需要在面临新的问题情境时,能迅速找出新旧知识之间存在的共同要素,从而确定所需解决的新问题可归属于已有的何类知识的延伸或扩展。

在实际教学中,常常感到一些学习者虽“储备”了解决新问题的各种化学知识,但在需要时难以及时准确地“提取”;对整个问题的解决事先不作通盘考虑(计划),不知道自己所走的每一步究竟要解决哪方面的问题,因而只能抱着侥幸心理,一遍又一遍地盲目考试,或套用固定的模式进行思维操作,一旦问题出现“枝节”,则进退两难,直接妨碍知识的有效迁移。

调查表明,上述现象在中下水平的学生中尤为多见。为提高学习者知识运用的灵活性水平,不少教师在实践中作了积极的探索。有一点已成共识:“变中求同”的问题解决或称变式训练有助于化学知识的灵活迁移。

变式训练的常规做法是:围绕若干重点、难点或疑点的教学内容从不同角度构造问题,通过演练促使学生

全面准确地理解问题的本质属性，在新的情境中提高变通能力。但是，不少教师虽在组织变式训练方面化了不少力气，学生也几乎陷于“小专题”练习或“知识点”题组的包围之中，实际的迁移效果却不理想。

一个典型的例子是对“化学平衡状态”概念及其衍生的“殊途同归”问题的正确认识：教材上给出三个限制条件来定义“化学平衡状态”，即“一定条件下的可逆反应”、“正反应和逆反应速度相等”和“反应混合物中各组分的百分含量保持不变”，并以较大篇幅列举了可逆反应 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$ 在等温等压条件下达平衡的两种截然不同的历程：一种是从 SO_2 、 O_2 混合开始，另一种是 SO_3 单独分解，最后均得到相同的体积组成。至此，教材本身不再进一步引申，教师也往往忽视其中的一部分隐性知识，事先缺少有针对性的点拨和启发，事后总结归纳又不力，因而学生见识的同类问题虽不少，但面临新的“同质”变式时仍然无从下手。1988年高考首先推出“殊途同归”问题：

在一个固定体积的密闭容器中，加入 2mol A 和 1mol B ，发生反应 $2\text{A}_{(气)} + \text{B}_{(气)} \rightleftharpoons 3\text{C}_{(气)} + \text{D}_{(气)}$ ，达到平衡时， C 的浓度为 $W\text{mol/L}$ 。若维持容器体积和温度不变，按下列四种配比作为起始物质，达到平衡后， C 的浓度仍为 $W\text{mol/L}$ 的是

- (A) $4\text{mol A} + 2\text{mol B}$
- (B) $2\text{mol A} + 1\text{mol B} + 3\text{mol C} + 1\text{mol D}$
- (C) $3\text{mol C} + 1\text{mol D} + 1\text{mol B}$
- (D) $3\text{mol C} + 1\text{mol D}$

据国家教委考试中心的抽样统计，当年在该题上的通过率仅 20%，属选择题中的偏难题。近年来，该题已

作为高考的经典题加以重点分析,并在此基础上又衍生出一些以“同归”为条件(平衡体系中各物质的百分含量相同),求起始态各物质含量分布的习题,有的甚至要求用通式表示符合条件的无穷多组“起始态”,但1993年的高考第34题出人意料地又回到了教材所讨论的平衡实例上,在条件(将“等温等压”改为“等温等容”)和文字叙述(引入字母代替数据)上略作转换与变通,形成如下问题:

在一定温度下,把 2mol O_2 通入一个一定容积的密闭容器中,发生如下反应: $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3$ 。当反应进行到一定程度时,反应混合物就处于化学平衡状态。现在该容器中维持温度不变,令 a, b, c 分别代表初始加入的 SO_2, O_2 和 SO_3 的物质的量(mol)。如果 a, b, c 取不同的数值,它们必须满足一定的相互关系,才能保证达平衡时反应混合物中三种气体的百分含量仍跟上述平衡时的完全相同。请填写下列空白:

(1)若 $a=0, b=0$,则 $c=$ _____。

(2)若 $a=0.5$,则 $b=$ _____和 $c=$ _____。

(3) a, b, c 取值必须满足的一般条件是(请用两个方程式表示,其中一个只含 a 和 c ,另一个只含 b 和 c):
_____, _____。

据统计,该题得分率很低,平均1.14分(满分4分),通过率为28%,浙江省的抽样结果也令人失望。

因此不难得出这样的结论:在新情境中变式训练的迁移效果如何并不取决于平时演练“同质”习题的多少,而在于是否真正把握了各种变式所共有的本质要素,能否揭示某些隐含较深的知识规律。在变式训练过程中,

“居高”(揭示一般规律)而又“临下”(结合具体情境),典型分析和习题演练相融合,方能有效地促进知识的灵活迁移。

长期以来,人们认为教师的指导对促进学生的学习迁移无疑是极为必要的,但究竟怎样的指导并给予多少的指导才是有意义的?即既不使学习者依赖这种指导而影响学习主动性,又能在困难的学习情境中获得最佳的迁移效果?

克雷格(R.C.Craig)等人经过研究后得出几点结论:预先提供正确答案的指导方式并不能有效地导致迁移;指导学习者自己发现问题的解答能增加正迁移的效能;迁移到困难情境比迁移到相对容易的情境中,需要更多的指导。从中给我们的启示是:教师强制地传授一些原理和方法,只是嘱咐学生去记忆,当他们面临复杂问题时往往无从下手。如能创设这样一种气氛,让学习者在学习过程中发现一些矛盾,经受几次挫折,在学习者不懈的探索中引导他们准确运用已有的知识。这不仅能激活学习者的思维,而且有助于调动学习者强烈的发现欲望和自信成功的认知内驱力,为困难情境中学习的迁移做好积极的心理准备,从而把握迁移的方向。例如,实验表明,加热铝和硫粉可得固体 Al_2S_3 ,但溶解性表却提示水溶液中不存在该化合物。推出这一矛盾,学习者即由疑问开始到自觉地探索解决矛盾的种种方案,此时教师适当点拨,水解反应规律和平衡移动原理在新情境中的迁移便能顺利进行。

又如,将铜丝置于酒精灯外焰上灼烧,铜丝表面出现黑色;再将铜丝向内移动触及灯芯,铜丝表面即由黑色转为红色。操作上的微小变化,导致两种截然不同的