DOI:10.19789/j.1004-9398.2017.04.012

北京市高考化学图表类试题的分析与探讨*

李 海[1,2] 吴晗清[2]**
(1. 密云二中,北京 101500; 2. 首都师范大学化学教育研究所,北京 100048)

摘 要

图表信息题能够考查学生的综合能力,是近年来高考试题中的重要题型. 主要关涉四类内容: STSE 教育、反应原理、物质转化及化学实验. 学生解题困境主要在于问题表征能力欠缺、信息获取及解读能力不足、化学语言表达能力薄弱等. 基于此本文提出的对策为,在化学教学中要培养学生的形象思维及其转化的能力、将大量信息进行有效结构化的能力以及问题解决中循序渐进的意志力.

关键词: 高考化学,图表信息题,规律,对策.
中图分类号: G632.474

图表信息题是指通过图形、表格等形式呈现试题信息及问题情境的一类试题. 纵观近6年来北京市化学高考试题不难发现,图表信息题已经成为一种重要的题型. 《普通高等学校招生全国统一考试北京卷考试说明(理科)》提出将"接受、吸收、整合化学信息的能力"作为化学能力考查的首要目标,并明确要求学生"能够通过对实际事物、实验现象、实物、模型、图形、图标的观察,获取有关感性知识和印象,并进行初步加工、吸收有序存储的能力. 能够从试题提供的新信息中准确地提取实质性内容,并将有关知识块整合,重组为新知识块的能力."[1] 因此,研究化学图表信息题及其在教学中的应用是高中化学教学中值得探讨的课题.

1 高考化学图表信息题的命题知识点现状及趋势

近6年北京市高考化学图表题统计结果如图1所示. 从统计数据分析发现: 高考化学图表信息题(特别是图类信息题)的数量逐年增多. 其中,STSE、速率平衡、电化学、实验探究、有机合成是目前使用最多的图形和表类,2016年试验记录类表格大幅增加,而化学反应热、物质的转化(即工艺流程)有所减少.

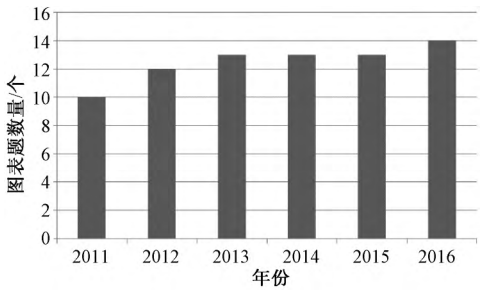


图1 近6年北京高考化学图表题统计柱状图

2 各类高考化学图表信息题的特点和推测分析

高考命题过程中,命题者以"能力立意"为原则,因此,高考试题不仅注重考查基础知识的掌握程度,而且开始重视从多个维度测量考生综合能力,图表信息题是从知识向能力转换的一类重要题型. 本部分内容将结合2011—2016年北京高考化学试题分析这几类常见的化学图表信息题的特点及对策.

2.1 STSE(科学-技术-社会-环境)

例1(2015年第6题) 图2中所列我国古代的技术应用中,其工作原理不涉及化学反应的是_____.

【规律分析】STSE图表主要考察学生对于化学知识在生产生活中重要应用的掌握情况,从近几

收稿日期: 2016-10-17
* 全国教育科学规划教育部重点课题(DHA130257)成果之一.
**通讯作者,E-mail: wuhanqing1981@aliyun.com

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

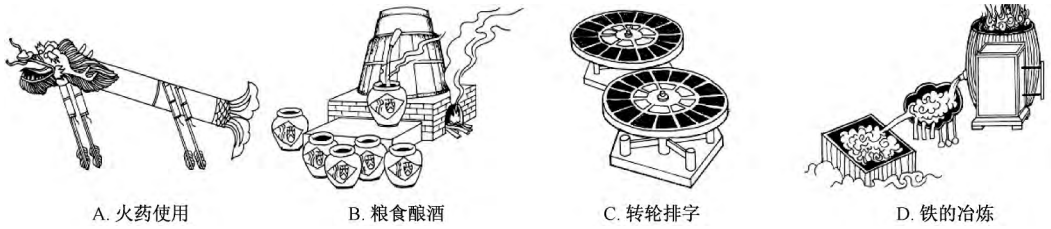


图 2 化学反应图

年的试题变化来看,情境新颖,在考查学科的主干知识的同时开始渗透社会主义核心价值观,有意识地考查中华传统文化,侧重对学生整个学习阶段,尤其是近 12 年的学习积累情况的考查. 这类题目学生能抓住问题的核心,错误率很低. 在教学过程中要求老师们一定要重视化学史(尤其是中华民族在化学发展中的重要作用)的渗透和化学在生活中的重要应用,引导学生用化学角度思考问题.

2.2 化学反应原理

2.2.1 化学反应热图

例 2(2014 年第 26 题) Ⅲ中,降低温度,将 $NO_2(g)$ 转化为 $N_2O_4(l)$,再制备浓硝酸. 已知: $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$ $\triangle H_1$,$2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(l)$ $\triangle H_2$.

图 3 中能量变化示意图中,正确的是(选填字母).

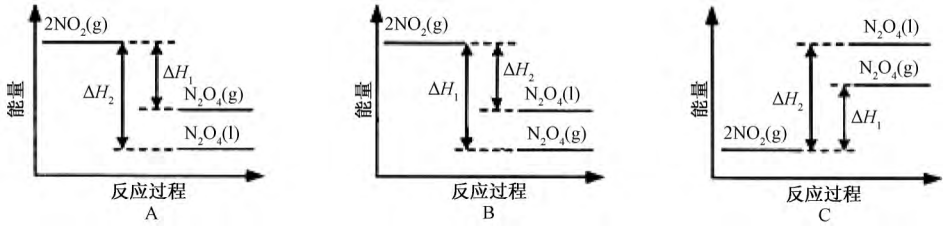


图 3 能量变化图

【规律分析】化学反应的实质是旧化学键的断裂和新化学键的形成,表现为化学能与热能之间的转化,体现了能量守恒关系,纵观 6 年高考中只考了 3 次,基本上都是反应热的计算. 本题考查的是物质的能量变化. 难度较小. 这种类型的图像能够形象的展示出能量的高低与变化情况,要求老师在教学过程中应重视利用数形结合展示反应过程中的能量变化,引导学生理解盖斯定律.

2.2.2 速率平衡表

例 3(2014 年第 12 题) 一定温度下,10 mL 0.40 mol/L H_2O_2 溶液发生催化分解. 不同时刻测得生成 O_2 的体积(已折算为标准状况)如表 1.

表 1 体积随时间变化表

t/min	$V(O_2)$/mL
0	0.0
2	9.9
4	17.2
6	22.4
8	26.5
10	29.9

下列叙述不正确的是(溶液体积变化忽略不计)( )

A. 0 ~ 6 min 的平均反应速率: $v(H_2O_2) \approx 3.3 \times 10^{-2}$ mol/(L·min)

B. 6 ~ 10 min 的平均反应速率: $v(H_2O_2) < 3.3 \times 10^{-2}$ mol/(L·min)

C. 反应至 6 min 时,$c(H_2O_2) = 0.30$ mol/L

D. 反应至 6 min 时,H_2O_2 分解了 50%

【规律分析】速率平衡表是化学中最能体现数学知识是解决化学问题重要工具的例子. 两种呈现方式: 一种是表格形式,主要说明化学反应速率问题; 另一种是图形形式,主要说明化学平衡的移动过程中因变量与自变量之间的关系. 两种图表都渗透了“定性与定量”“分类与比较”的学科方法. 例 4 学生常错选 D,原因是未写方程式,将氧气的物质的量当做分解的双氧水的物质的量来计算,反映出学生化学计算能力薄弱. 这个知识点的考查要求老师在教学过程中应重视化学知识的不同展现形式,同时要求学生能充分利用数学知识解决化学问题.

2.2.3 电化学图

例 4(2014 年第 26 题) Ⅳ中,电解 NO 制备

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

NH_4NO_3，其工作原理如图 4 所示. 为使电解产物全部转化为 NH_4NO_3，需补充物质 A，A 是____，说明理由: _____.

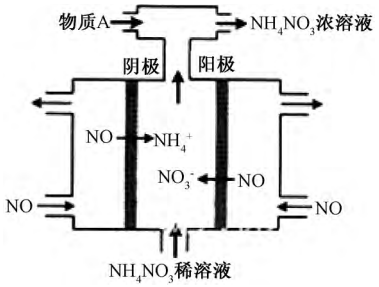


图 4　电解装置示意图

【规律分析】电化学一直是北京高考考查的重点. 试题素材陌生度高，情境呈现方式新颖，选择题中侧重原电池的考查，在非选择题中侧重电解池中电极反应式的书写，近来有增加运用反应原理解释和计算的趋势. 本题学生从 NH_4^+ 水解角度分析，常错答 HNO_3，从根本原因分析是学生对于电化学的原理(氧化还原的本质) 理解不透造成的. 因此，对于电化学的教学，要求老师能够系统的将原电池与电解池统一起来，充分利用锌铜原电池和电解氯化铜的两个典型实例让学生理解化学微粒观的应用，电子、离子运动的方向与电极判断的关系，不断强化氧化还原知识和“化学变化是有条件的”准确书写电极反应式，避免学生忽视电极所处的环境，进而错误的书写氧化产物或还原产物.

2.3　物质转化

2.3.1　无机物质转化图

例 5(2015 年第 26 题)　氢能是一种极具发展潜力的清洁能源. 以太阳能为热源，热化学硫碘循环分解水是一种高效、无污染的制氢方法. 其反应过程如图 5 所示.

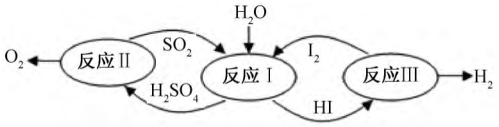


图 5　物质反应过程图

反应Ⅰ的化学方程式是_____.

【规律分析】物质转化图往往也被称为化工流程图，它能够清晰的将物质的变化过程展现出来，这类图形联系生产实际，旨在考查考生的观察、分析、推断能力以及对知识的应用和迁移能力. 不同于其他省市的考查物质的分离提纯，北京高考题侧重化学学科方法的考查，流程很小，重点考查学生运用物质分类的思想和氧化还原的观点来分析物质的变化过程. 反应Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ可以理解为反应的三个场所，进入的为反应物，出去的为产物，比较反应物和产物的化合价，可以发现三个变化均为氧化还原变化，找到氧化剂、还原剂和对应的产物即可写出对应的化学方程式. 对于这类问题的解决要求教师在教学过程中一定要落实化学学科方法和化学的学科思想，对于学生来说要不断的运用分类观、氧化还原观来分析物质的性质.

2.3.2　有机合成图

例 6(2015 年第 25 题)　“烯炔环异构化反应”被“Name Reactions”收录. 该反应可高效构筑五元环状化合物:

合成五元环有机化合物 J 的路线如图 6 所示.

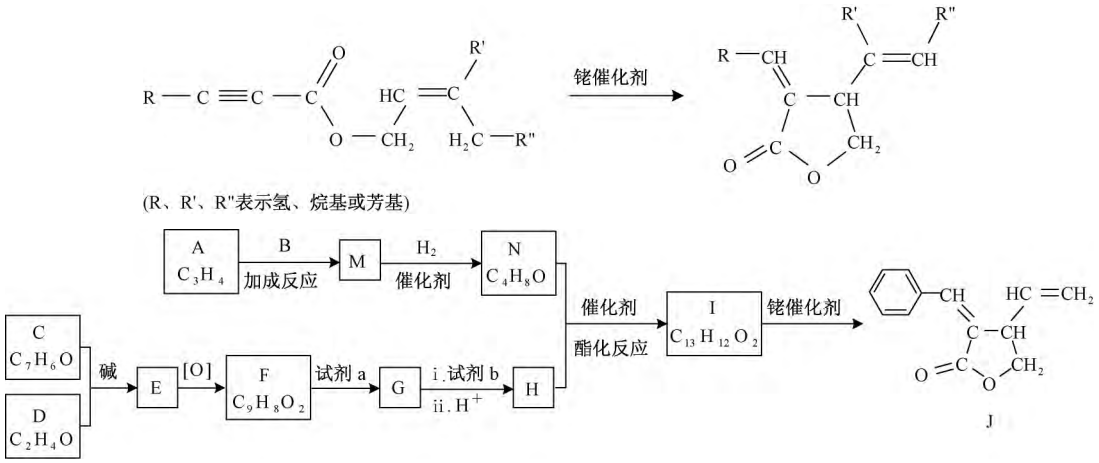
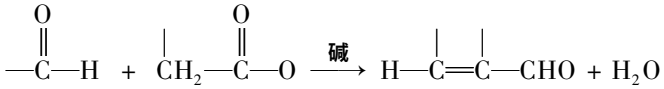


图 6　有机合成路线图

已知: 

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

(1) A 属于炔烃,其结构简式是_____.

(2) B 由碳、氢、氧三种元素组成,相对分子质量是 30. B 的结构简式是_____.

(3) C、D 含有与 B 相同的官能团,C 是芳香族化合物. E 中含有的官能团是_____.

(4) F 与试剂 a 反应生成 G 的化学方程式是_____;试剂 b 是_____.

(5) M 和 N 均为不饱和醇. M 的结构简式是_____.

(6) N 为顺式结构,写出 N 和 H 生成 I(顺式结构)的化学方程式: _____.

【规律分析】有机合成图是物质转化图中的一种特殊形式,不同之处在于无机物质转化图侧重分类观和氧化还原的考查,而有机合成侧重官能团的变化和化学键的变化,同时重点考查学生获取、吸收、整合信息的能力,尤其是比较能力和从化学键的角度分析化学变化的能力. 通过反应条件的类比找出前后物质的物质类别(即官能团)和反应类型,通过未知物与已知结构简式物质的对比书写出未知物的结构简式. 学生的典型错误是简单的"等量代换",没有分析反应的实质,因此类比过程中一定要从"断键成键"的角度来分析变化. 就像上题中的已知信息本质是: α-C 上有氢的醛可以与其他的醛进行加成,然后消去成烯,α-C 上的氢加在了另一个醛基的氧原子上,余下部分加在了另一个醛基的碳原子上生成了醇羟基,进而消去成烯. 从微观角度思考问题是化学区别于其他学科的重要特征,而有机合成恰恰体现了这一点.

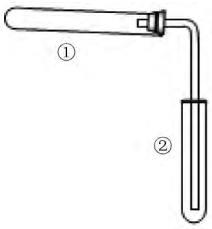
2.4 化学实验

2.4.1 现象记录图表

例 7(2014 年 11 题) 用表 2 中附图装置(夹持、加热装置已略)进行试验,有②中现象,不能证实①中反应发生的是

表 2 现象记录表

	①中实验	②中现象
A	铁粉与水蒸气加热	肥皂水冒泡
B	加热 NH_4Cl 和 $Ca(OH)_2$ 的混合物	酚酞溶液变红
C	$NaHCO_3$ 固体受热分解	澄清石灰水变浑浊
D	石蜡油在碎瓷片上受热分解	Br_2 的 CCl_4 溶液褪色



【规律分析】现象记录表经历了从描述实验现象的对错,到分析实验目的与现象是否对应,再到通过几个对照实验现象的比较归纳结论的层层递进的过程. 侧重运用一套装置进行不同的实验,考查学生思维的系统性、全面性和有序性. 根据反应原理来分析实验现象,实验现象的描述主要是物质状态的变化和颜色的变化,但更重要的是要在平时的学习过程中要亲手做实验,真正体会探究的过程.

2.4.2 实验探究图

例 8(2015-28) 为探讨化学平衡移动原理与氧化还原反应规律的联系,某同学通过改变浓度研究"$2Fe^{3+}+2I^- \rightleftharpoons 2Fe^{2+}+I_2$"反应中 Fe^{3+} 和 Fe^{2+} 的相互转化. 实验如图 7 所示.

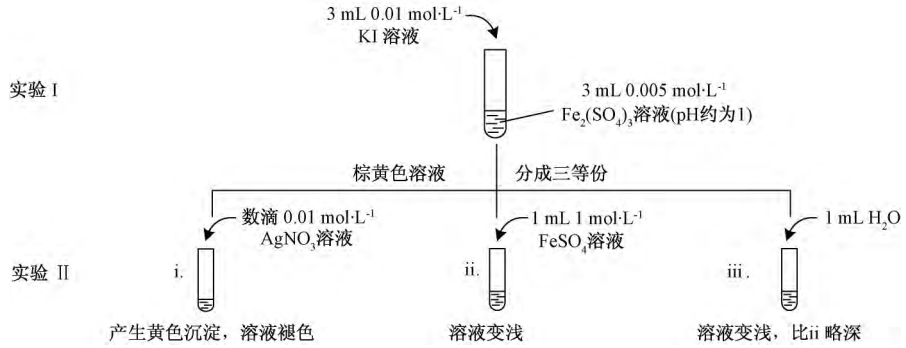


图 7 实验过程示意图

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

(1) 待实验Ⅰ溶液颜色不再改变时,再进行实验Ⅱ,目的是使实验Ⅰ的反应达到_____.

(2) ⅲ是ⅱ的对比实验,目的是排除ⅱ中_____造成的影响.

(3) ⅰ和ⅱ的颜色变化表明平衡逆向移动,Fe^{2+}向Fe^{3+}转化. 用化学平衡移动原理解释原因:_____.

(4) 根据氧化还原反应的规律,该同学推测ⅰ中Fe^{2+}向Fe^{3+}转化的原因: 外加Ag^{+}使$c(I^{-})$降低,导致I^{-}的还原性弱于Fe^{2+}. 用图 8 装置(a、b 均为石墨电极) 进行实验验证.

① K 闭合时,指针向右偏转. b 作_____极.

② 当指针归零(反应达到平衡) 后,向 U 型管左管中滴加 0.01 mol·L^{-1} $AgNO_3$ 溶液. 产生的现象证实了其推测. 该现象是_____.

(5) 按照(4) 的原理,该同学用图 8 装置进行实验,证实了ⅱ中Fe^{2+}向Fe^{3+}转化的原因.

① 转化原因是_____.

② 与(4) 实验对比,不同的操作是_____.

(6) 实验Ⅰ中,还原性: $I^{-} > Fe^{2+}$; 而实验Ⅱ中,还原性: $Fe^{2+} > I^{-}$. 将(3) 和(4)、(5) 作对比,得出的结论是_____.

【规律分析】纵观北京高考 2006—2016 年间的实验探究试题,都是氧化还原反应的实验,实验探究通过提出由易到难、层层递进的假设,引导学生运用控制变量的方法,强调探究过程的思路和方法,并不单纯追求结论的完整性. 从探究某一个实验上升到在这个实验中对意外现象的再探究的新的阶段. 2015 年试题通过运用电化学手段探究实验并表征实验现象,重点考查学生对“物质的变化是与条件的”、“模型与实验”等学科思想的理解.

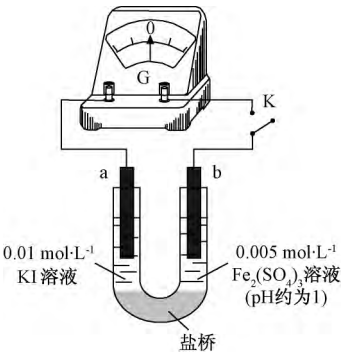


图 8　实验装置示意图

3　图表信息化学试题的教学对策

为明确学生的问题所在,向北京密云二中高三学生发放试题测试共计 263 份,回收有效问卷 234 份,有效率为 89%(表 3). 除了试题测试,还对 18 名学生进行了半结构性访谈,主要问题如下: 你对化学图表题的困惑在哪里? 请举例说明.

表 3　各种类型图标题学生得分率和学生困惑的统计

序号	图表信息题类型		学生得分率/%	学生困惑
①	STSE 教育		98	无法提取情境信息、抓不住本质
②	化学反应原理	化学反应热	95	
③		速率和平衡	90	速率(动力学) 平衡(热力学) 分不清
④		电化学	60	难以书写电极反应式,不知添加什么物质
⑤	物质转化	无机物质转化	85	配平方程式有困难
⑥		有机合成	80	信息读不懂,不能理清关系
⑦	化学实验	现象记录	75	现象描述不准,口语化表达
⑧		实验探究	56	信息太多读不懂、对题意理解有偏差,凭感觉,心理紧张,缺乏意志力

通过对学生进行试题测试可以发现,学生对于氧化还原反应的理解不够深入,造成电化学电极反应式书写困难和无机物质转化过程中方程式书写困难; 从微观角度分析化学变化的意识不强,造成有机合成过程中对所给信息把握不准确,甚至错误; 对于化学实验的探究过程缺少系统化分析,使得遇到实验题就紧张,错误百出. 从学生访谈过程中发现,仍有部分学生的学习停留在初中的死记硬背水平,缺少有序思考和程序作答,简言之,化学学习方法缺少系统性的养成训练. 因此,解决图表信息试题一般程序如下:

(1) 识图,对试卷中出现的图形、表格要认真分析,从类别和氧化还原角度对物质的性质进行判断,从微粒角度对物质的变化进行探究.

(2) 译图,要能比较熟练地把图像信息转化为文字或数据信息,或把数据、文字信息转化为图像信息,从而得出正确结论.

(3) 挖掘图表中的隐含条件,如变化的条件,反

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

应的限度,变量的多样性等. 有些错误信息的获得,就是因为不能做到这一点,造成了解题的失误. 只有捕捉到信息,才能处理信息,从而运用正确的信息解决实际问题.

3.1 培养学生形象思维及其转化的能力

在日常的教学中教师应充分利用课本中的图表插图,深刻理解图表的学科应用价值,培养学生的图表认知习惯,提高学生的化学图表认知能力和形象思维能力. 在《人教版 - 必修 2》元素周期表中,将第三周期元素原子半径表格转换为二维坐标图(如图 9 所示),更能展示元素之间的递变性,增强学生的形象理解;又如在做铝和盐酸反应感受反应热的试验中,在试管中加入数字温度计,现象更加真实直观;再如《人教版 - 选修 4》电解氯化铜溶液的图示中已经将离子运动方向、电极反应类型等电解原理清楚呈现,因此只要我们能够从多维度理性地进行挖掘素材所要说明的综合问题,分析其中的基础原理,不断训练学生在熟悉的情境下,将知识形象地理解掌握,就能够提高学生分析解决实际问题的能力.

3.2 培养学生抽象思维及其转化的能力

化学是一门以实验为基础的学科. 化学许多概念、定律、原理以及物质的变化等都是建立在实验的基础上,因此教师应尽可能地组织学生进行分组实

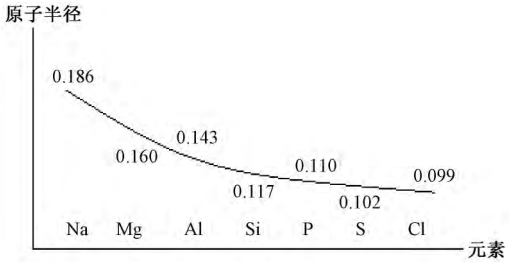


图 9 同周期原子半径变化图

验,运用手持技术和现代教育手段,使学生通过对实验现象的观察、比较、分析及概括,得出正确的结论,以验证、巩固和运用所学的知识. 经过抽象思维,把大量的感性知识上升为理性知识,加深对所学过知识的理解,逐渐形成科学的问题解决思路. 在形象思维与抽象思维的有机结合的指导下,促使学生学会从不同角度、不同层次去探索化学奥秘,并结合实例剖析化学发现、化学问题. 提高课堂实效,优化课堂教学.

3.3 培养学生将大量信息进行有效结构化的能力

很多对化学学习产生困难的学生对化学知识的感觉就是一个字“散”,究其原因就是这部分学生缺乏信息结构化能力,即学习过程中缺少系统分析、有序思考、程序作答. 例如,在对 Na 元素及其化合物进行总结时,有两种形式(如图 10 所示).

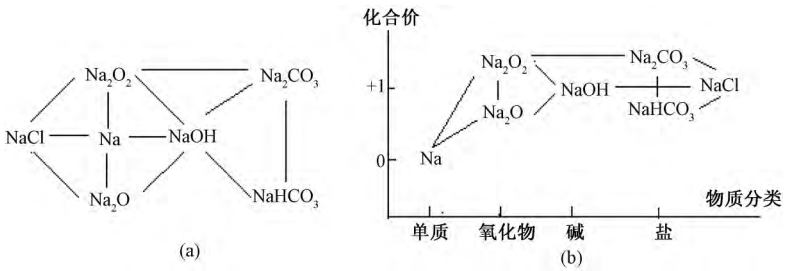


图 10 物质变化关系图

(a)图对称美观,能够展示物之间的转化关系,但是缺少化学学科方法的体现;而(b)图虽然对称性稍差,但是更能体现化学的学科方法,便于学生从氧化还原和物质分类角度对于物质性质的理解掌握. 又如对于实验探究的方面,学生往往记装置、背操作和现象,缺少实验目的分析和原理理解,而实验的目的性、原理性恰恰是解决问题的关键,正确的分析过程应该是这样:一看目的,目的即结论;二看原理,原理决定装置和操作;三看现象,方程式体现现象、现象即证据. 只有这样才能梳理清楚“干什么、怎么干、干怎样”的问题.

3.4 培养学生问题解决中循序渐进的意志力

高中化学的教学过程中,要控制好教学进度,不能操之过急,要按照循序渐进的原则逐步地深化. 例如化学能与电能的学习,化学能与电能的教学大致可分为三个阶段,①高一必修 2:化学能转化为电能(单液电池);②高二选修 4:化学能转化为电能(双液电池),电能转化为化学能(电解池);③高三复习:原电池和电解池装置维度组成相同(得失电子的场所 - 电极、电子导体 - 导线、离子导体 - 电解质溶液),原理维度相同(氧化还原反应). 又如对物质转化关系的总结,高一阶段

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

铜能转化为硫酸铜，硫酸铜无法转化为铜，高二阶段硫酸铜通过电解可以转化为铜，进而理解化学反应是有条件的. 通过循序渐进的学习，将学生的学科思想逐渐上升到哲学思想.

参 考 文 献

[1] 北京教育考试院. 2016 年普通高等学校招生全国统一考试北京卷考试说明(理科) [M]. 北京: 开明出版社, 2016: 234 - 241.

[2] 李田田，董素静，吴晗清. 北京市高考化学实验探究题探析 [J]. 化学教育，2014，35(17)：30 - 34.

[3] 刘松伟，刘雅莉. 在教学过程中渗透化学思想方法——以“如何正确书写化学方程式”教学为例 [J]. 化学教育，2013，34(10)：20 - 22.

[4] 彭梭，王后雄. 高考化学图表信息题的功能及价值分析 [J]. 化学教育. 2015，36(15)：35 - 42.

Analysis on the Chart Examination Questions of College Entrance Examination in Beijing

Li Hai [1]　Wu Hanqing[1,2]

(1. Miyun No. 2 Middle School, Beijing　101500;
2. Institute of Chemistry Education, Capital Normal University, Beijing　100048)

Abstract

In recent years, the topic of the information about chart is more and more important in college entrance examination, because it can examine students' all-round abilitiy. It mainly includes education of SEST, principle of reaction, the transformation of substance and chemistry experiment. The factors trouble students in solving questions included the capability deficit in question characterization, insufficiency in getting information and weakness in chemistry language expression. This article finds out some strategies to solve it, for example, we can develop the students' ability in imaginal thinking and knowledge transform in chemistry teaching. We can also cultivate our students to have the ability to structure the information and enhance their willpower during solving problems in chemistry teaching.

Key words: chemistry of college entrance examination, the question of information about chart, laws, countermeasure.

作者简介　李海(1975 -)，汉族，北京人. 北京密云二中高级教师. 主要从事中学化学教学研究.
吴晗清(1981 -)，汉族，安徽宿松人. 教育学博士，心理学博士后. 首都师范大学化学系副教授，北京师范大学教育学部兼职教授. 主要从事课程与教学论、化学教育研究.

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net