

运用哲学观点看化学实验探究题

北京市第二中学教师 赵 浏

实验探究——顾名思义就是基于实验反复深入地“探”讨现象，并“究”其原因。实验探究题是高考化学的难点所在。一方面，需要“探”和“究”的对象比较陌生、复杂；另一方面，即使研究对象熟悉，探出的现象也往往会出现“异常”。同学们在做实验探究题的时候，往往会有一种被题目牵着走的感觉，如何化被动为主动呢？让我们尝试着运用哲学观点来理解实验探究题，也许能为大家打开新的思路。

一、事物是对立统一的

这一点在化学学科中的体现尤为明显。氧化还原反应、酸碱反应、沉淀反应和络合反应是高中阶段我们学习过的四大反应类型，其中氧化还原反应的本质可以理解为电子的“得”与“失”；酸碱反应的本质是质子的“得”与“失”；在沉淀反应中有沉淀的“结晶”和“溶解”过程；在络合反应中有“络合”与“解离”过程。每一类反应都是在这些看似对立过程的共同作用下最终达到和谐与统一的。这些体系与实验探究题有什么关系呢？其实，实验探究的对象跳不出这四类反应，通常会研究这四类反应的特征，或是研究它们的影响因素。所以做实验探究题的第一步就是要明确探究的对象，或者说是探究的目的。

二、事物是普遍联系的，而规律通常具有普遍性与特殊性

明确了实验探究的对象和类型之后，让我们看看：实验探究的复杂性还体现在哪里呢？在做实验探究题时，我们常见到的一种情况是明明是熟悉的体系，却出现了反常的现象。为什么会这样呢？例如，在氧化还原反应中，普遍的规律是两强制两弱，也就是氧化剂的氧化性强于氧化产物，还原剂的还原性强于还原产物。

●普遍性——强制弱

反应1： $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- = 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ 氧化性： $\text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$

●特殊性——非单一类型反应(氧化反应+沉淀反应)

反应2： $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- = 2\text{CuI} \downarrow + \text{I}_2$ 氧化性： $\text{Cu}^{2+} > \text{I}_2$?

根据反应1的离子方程式，我们能判断氧化性： $\text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$ ，因为 Fe^{3+} 是氧化剂，而 I_2 是氧化产物，这符合规律的普遍性。反应2中的氧化还原反应发生了，我们不能根据方程式判断氧化性： $\text{Cu}^{2+} > \text{I}_2$ 呢？2018年东城一模的实验探究题中证明，在该题所描述的实验条件下， Cu^{2+} 的氧化性弱于 I_2 。用电化学装置将氧化剂与还原剂分开，发现 Cu^{2+} 和 I^- 的氧化还原反应并不自发。这是由于反应2中不只存在一种反应类型(氧化反应+沉淀反应)。同学们需要注意，当多种反应类型共存时，两种反应类型间就有可能存在竞争或协同。反应2中由于沉淀反应的存在“帮助”了氧化还原反应的发生，就好像 Cu^{2+} 能够氧化 I^- 了。有的同学还会把这种情况形象地称为“假氧化”，这就体现了规律的特殊性。

●普遍性——强制弱

反应3： $\text{NaClO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaHCO}_3 + \text{HCl}$

酸性： $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{HClO}$

●特殊性——非单一类型反应(酸碱反应+沉淀反应)

反应4： $\text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{S} = \text{CuS} \downarrow + \text{H}_2\text{SO}_4$

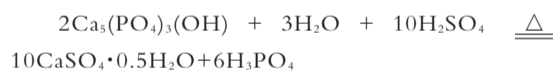
酸性： $\text{H}_2\text{S} > \text{H}_2\text{SO}_4$?

在酸碱反应中，同样会出现类似的反常。普遍的规律依然是两强制两弱，有时我们也会把这个规律描述成“强酸制弱酸”。例如，在反应3中通过强制弱的规律，我们就能够判断碳酸的酸性强于次氯酸。但是对于反应4，同学们怎么理解呢？硫酸铜溶液与硫化氢反应可以生成硫化铜沉淀和硫酸。这是在实验室制备乙炔的时候，用来除去乙炔中的硫化氢的反应，看来是能够实际发生的。我们知道相同浓度的氢硫酸的酸性是弱于硫酸的，可是这个反应却能发生，变成了弱酸制强酸，这又是为什么呢？仔细观察不难发现，这个反应中除了酸碱反应，还包含了铜离子和硫离子之间的沉淀反应，因为硫化铜沉淀特别难容(既不溶于水，也不溶于酸)，生成这种弱电解质的趋势很强，所以反应就能够发生了。看来当多种反应类型共存的时候，的确容易出现规律的反常。

【2018·北京】磷精矿湿法制备磷酸的一种工艺流程如下：

已知：溶解度 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH}) < \text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$

(2)磷精矿粉酸浸时发生反应：



①该反应体现出酸性关系： H_3PO_4 _____ H_2SO_4 (填“>”或“<”)。

答案：<

这道题中需要同学们判断磷酸与硫酸的酸性，同学们有如下几种思路：

1. 本来就知道硫酸的酸性强于磷酸，这属于知识储备，可以直接用来判断。

2. 通过(2)的方程式来判断，运用强酸制弱酸的规律，方程式中硫酸在前，磷酸在后，因此硫酸的酸性强于磷酸。这种思路用到了题目中给出的反应作为判断依据，还是有证据意识的。

3. 第三种情况是根据后续题目的提示，从元素周期律的角度分析：S元素的非金属性强，其最高价氧化物对应的水化物的酸性就强。

以上三种思路都能得出正确的答案，但是都有一定的运气成分，为什么这么说呢？在答题过程中，曾有一位同学提问：“老师，已知信息中的溶解度关系，我在解题的过程中没有用到，所以总是不放心。这个已知条件有什么作用呢？”其实，这位同学的顾虑是很有必要的。

让我们再来看一下题目中给出的反应，磷精矿、水和硫酸在加热的条件下反应，生成了带0.5个结晶水的硫酸钙晶体(半水硫酸钙)和磷酸。其中磷精矿是固体，半水硫酸钙晶体也是固体，所以这

个反应中不仅包含了酸碱反应，还有沉淀的转化反应(沉淀反应)。当反应中存在多种反应类型时，此时就必须考虑不同类型反应之间的关系，那么就要用到已知信息。

从已知信息我们知道溶解度是磷精矿小于半水硫酸钙，也就是说在反应中是从难溶的沉淀转化成不太难溶的沉淀，从一个弱电解质生成了一个不太弱的电解质，这种情况是不利于反应发生的，但是该反应依然发生了，说明另外一种反应类型——酸碱反应进行的趋势比较大。在沉淀转化不利的情况下，依然能够发生从硫酸向磷酸的转化，就说明生成磷酸这种弱电解质的趋势是很大的。因此判定硫酸的酸性强于磷酸才是合理的。如果溶解度的关系是反过来的，那么这道题就不能直接利用方程式进行判断了。

●普遍性——强制弱

反应5： $\text{AgCl}_{(s)} + \text{I}^-_{(aq)} = \text{AgI}_{(s)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$

溶解度： $\text{AgCl} > \text{AgI}$

25℃ $K_{sp}(\text{AgCl}) = 1.8 \times 10^{-10}$ $K_{sp}(\text{AgI}) = 8.5 \times 10^{-17}$

●特殊性——改变反应条件(c、T、pH)

反应6： $\text{AgI}_{(s)} + \text{Cl}^-_{(aq)} = \text{AgCl}_{(s)} + \text{I}^-_{(aq)}$

溶解度： $\text{AgI} > \text{AgCl}$?

在沉淀反应中，普遍的规律也符合强制弱，其中沉淀总是向更难溶的方向转化，趋向于生成更弱的电解质。从 K_{sp} 的数据中可以知道碘化银比氯化银更难溶，那么氯化银向碘化银转化是有利的。但在2019年东城一模的这道实验探究题中却出现了反常，实验中发现碘化银向氯化银转化，这又是为什么呢？原因就是实验的过程中人为的增加了氯离子的浓度，使反应6正向进行的程度增大。这就属于影响因素类型的探究题了。看来，改变反应条件也是可以观察到规律的。所以规律的应用是有条件的，必须在相同条件下，单一类型的反应中才适用。如果是多种反应类型共存，或是在外界条件发生变化时，规律就有可能出现反常，实验探究题就热衷于研究这些反常现象，其复杂性也就体现出来了。

三、量变与质变

事物的发展是内因和外因共同作用的结果，化学反应是量变与质变的统一，物质的变化是有条件的，而条件是可以控制的。在化学反应中可以通过改变浓度、温度和酸碱性来实现对反应的调控。

实验探究题是基于真实的实验情境，内容和形式也会不断地创新发展。虽然事物是不断发展变化的，但有了认识事物规律的方法论，只要善于总结和发现，相信同学们在今后的学习中也能够对实验探究题有更深刻的理解和认识。