



一道高考化学实验探究题的解析及反思

北京市第二中学教师 高修库

北京的高考化学试题考查化学实验的内容越来越多。实验探究试题既能检测考生的化学基础知识,又能检测考生的证据意识和探究精神。以下对一道北京往年高考化学实验探究题做深刻分析并反思,希望对考生的复习有所帮助。

题目:某小组在验证反应“ $\text{Fe} + 2\text{Ag}^+ = \text{Fe}^{2+} + 2\text{Ag}$ ”的实验中检测到 Fe^{3+} ,发现和探究过程如下:

向硝酸酸化的 $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硝酸银溶液($\text{pH} \approx 2$)中加入过量铁粉,搅拌后静置,烧杯底部有黑色固体,溶液呈黄色。

解析:本题的主体反应是置换反应。根据金属活动性顺序表,这个化学实验对考生来说,很好理解,就是活泼的金属把相对不活泼的金属从其盐溶液中置换出来。但是,站在高中化学的角度,这个主体反应是氧化还原反应,那就应该符合氧化还原反应的基本规律。根据题目的叙述,铁粉与硝酸银溶液反应时,检测到了 Fe^{3+} ,这是一个“意想不到”的产物,也是出乎考生意料的产物,后面的探究实验主要围绕 Fe^{3+} 是如何产生的展开。

反思:考生可回想近几年北京高考化学实验探究试题,2016年以 Na_2SO_3 溶液和不同金属的硫酸盐溶液(Ag_2SO_4 溶液、 CuSO_4 溶液、 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液)为实验对象,探究盐的性质和盐溶液间反应的多样性;其中涉及亚硫酸盐的还原性和 Cu^{2+} 的氧化性等。2015年以 $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ 为主体反应,探究 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 的相互转化,其中考虑的核心问题是物质的浓度对氧化性、还原性的影响。2014年电解 FeCl_2 的溶液,分析 Fe^{3+} 产生原因,考查的核心问题也是物质氧化性、还原性与外界的因素(如浓度、温度、酸碱度)的关系。

然后进一步思考,氧化还原反应是高中化学学习的重点概念,有关氧化还原的规律是学习的难点,也是考查的高频点。考生复习时不要死记规律,要理解规律;不要死记概念,要注意概念的內涵和外延。对该题,如果考生仅仅抓住 Fe 比 Ag 活泼, Fe 可从硝酸银溶液中置换出 Ag ,不考虑 Ag^+ 的氧化性、酸性条件下 NO_3^- 的氧化性等,就难以理解 Fe^{3+} 的产生,从而为顺利解题形成思维障碍。还有2014年的试题,用惰性电极电解 FeCl_2 溶液,按照常规思维,阳极是 Cl^- 放电产生氯气,但如果考生关注阳极发生氧化反应,那么 Fe^{2+} 有还原性,当浓度发生变化时, Fe^{2+} 的还原性有可能比 Cl^- 的还原性强,这样就不难理解在阳极可能是 Fe^{2+} 放电产生 Fe^{3+} 。

所以,近几年北京高考化学实验探究试题比较关注氧化还原反应,尤其是物质氧化性、还原性强弱的比较以及由此引发的“超乎想象”的反应。这就要求考生的学习不但要扎实,还要灵活,就是常说的理解。

题目:(1)检验产物

①取出少量黑色固体,洗涤后,_____(填操作和现象),证明黑色固体中含有 Ag 。

解析:黑色固体中有铁和银,题目要求证明黑色固体中有银单质。关于银单质的检验,没有特征反应,但 Ag^+ 的检验有特征反应。所以,考生把 Ag 的检验转化为 Ag^+ 的检验就可解决问题。答案是:加硝酸加热溶解固体,再滴加稀盐酸,产生白色沉淀。

反思:高考试题乍一看会有陌生

感,这是命题的基本要求。考生解题时,要仔细审题,在高考试题和做过的题目之间建立联系,学会转化,问题就会迎刃而解。比如,检验 NH_4^+ ,就是利用了转化法,通过化学反应检验有 NH_3 生成反推说明有 NH_4^+ 。

②取上层清液,滴加 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液,产生蓝色沉淀,说明溶液中含有_____。

解析:结合题目的主体反应,①问已经证明的产物 Ag ,那么②问必然证明产物 Fe^{2+} 。这样考生容易猜到答案,结合考生在选修IV(化学反应原理,P87,人教版)所学知识,中学化学中用 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液检验 Fe^{2+} 。

反思:从考查知识来看,这一问是考查考生学习的全面性,用 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液检验 Fe^{2+} 的知识点属于元素化合物知识,但这个知识点不在必修I教材中出现,而是出现在选修IV(化学反应原理)教材第四章,这样容易被考生忽视。其实关于 Fe^{2+} 离子的检验,方法很多,但用 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液检验 Fe^{2+} ,对于考生来说比较陌生,较少运用,但考查过(2011年北京高考选择第8题考过)。

题目:(2)针对“溶液呈黄色”,甲认为溶液中有 Fe^{3+} ,乙认为铁粉过量时不可能有 Fe^{3+} ,乙依据的原理是_____(用离子方程式表示)。针对两种观点继续实验。

解析:这一问主要考查元素化合物知识,结合题目考生可写出答案: $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} = 3\text{Fe}^{2+}$ 。当然在整个题目中,这一问也是探究的重要一环。如果考生意识面对陌生实验现象,命题人会引导考生由浅入深逐步分析、排除各种可能,对审题会有很大帮助。

反思:近几年的高考实验探究题,设问都是由易到难,命题人在逐渐给考生搭“思维”的台阶。考生可顺着考查的思路,逐步解决问题。

①取上层清液,滴加 KSCN 溶液,溶液变红,证实了甲的猜测。同时发现有白色沉淀产生,且溶液颜色深浅、沉淀量多少与取样时间有关,对比实验记录如下:

序号	取样时间/min	现象
i	3	产生大量白色沉淀;溶液呈红色
ii	30	产生白色沉淀,较3min时量少;溶液红色较3min时加深
iii	120	产生白色沉淀,较30min时量少;溶液红色较30min时变浅

(资料: Ag^+ 与 SCN^- 生成白色沉淀 AgSCN)

②对 Fe^{3+} 产生的原因作出如下假设:假设a:可能是铁粉表面有氧化层,能产生 Fe^{3+} ;

假设b:空气中存在 O_2 ,由于_____(用离子方程式表示),可产生 Fe^{3+} ;

假设c:酸性溶液中的 NO_3^- 具有氧化性,可产生 Fe^{3+} ;

假设d:根据_____现象,判断溶液中存在 Ag^+ ,可产生 Fe^{3+} 。

解析:这一问主要还是根据信息,书写有关氧化还原反应方程式。因为主体反应的产物有 Fe^{2+} ,那么空气中的氧气是可以把 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} (酸性环

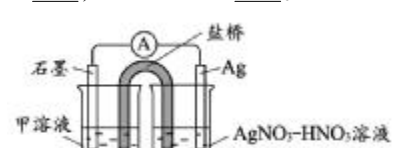
境)。答案为: $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ = 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。第二个空可根据题目所给资料:“ Ag^+ 与 SCN^- 生成白色沉淀 AgSCN ”,写出答案:加入 KSCN 溶液后产生白色沉淀。

反思:根据信息书写有关的氧化还原反应方程式一直是高考的热点问题。考生要关注课本的基本知识(比如 Fe^{2+} 有还原性、 O_2 有氧化性),还要关注题目所给的酸碱性环境,这样就可写出符合题目要求的化学反应方程式。

③下述实验I可证实假设a、b、c不是产生 Fe^{3+} 的主要原因。实验II可证实假设d成立。

实验I:向硝酸酸化的_____(溶液($\text{pH} \approx 2$))中加入过量铁粉,搅拌后静置,不同时间取上层清液滴加 KSCN 溶液。3min时溶液呈浅红色,30min后溶液几乎无色。

实验II:装置如下图。其中甲溶液是_____,操作及现象是_____。



解析:题目要求排除假设a、b、c不是产生 Fe^{3+} 的主要原因,关于 Ag^+ 氧化 Fe^{2+} 暂时不排除。所以根据题目的主体反应“向硝酸酸化的 $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硝酸银溶液($\text{pH} \approx 2$)中加入过量铁粉”,那么我们只要把干扰项 Ag^+ 换掉就可以了。所以题目的答案是 $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaNO}_3$ 溶液。实验II要验证是 Ag^+ 氧化了 Fe^{2+} ,利用双液电池装置,可以避免 Fe^{2+} 和 NO_3^- (酸性环境)直接接触,这样排除干扰。答案: FeSO_4 溶液;分别取电池工作前与工作一段时间后左侧烧杯中溶液,同时滴加 KSCN 溶液,后者红色更深。

反思:实验探究题实验方案的设计的基本思路是控制变量,而物质氧化性、还原性的强弱比较往往和多个因素有关,比如改变溶液的酸性既能影响氧化性又能影响还原性,所以就没有办法控制变量了。但双液电池就可以避免氧化剂和还原剂的直接接触,就可以实现只改变一个电极区的环境。

题目:(3)根据实验现象,结合方程式推测实验i~iii中 Fe^{3+} 浓度变化的原因:_____。

解析:实验i~iii中的白色沉淀是 AgSCN ,且随着时间的推移白色沉淀逐渐减少;溶液的红色是由 Fe^{3+} 和 SCN^- 反应引起的,红色先变深后变浅。引起现象渐变的原因只能考虑离子浓度的变化,所以要考虑多个反应之间的竞争关系和主次关系。答案:溶液中存在反应:① $2\text{Ag}^+ + \text{Fe} = \text{Fe}^{2+} + 2\text{Ag}$,② $\text{Ag}^+ + \text{Fe}^{2+} = \text{Fe}^{3+} + \text{Ag}$,③ $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} = 3\text{Fe}^{2+}$ 。反应开始时, $c(\text{Ag}^+)$ 大,以反应①、②为主, $c(\text{Fe}^{3+})$ 增大。约30min后, $c(\text{Ag}^+)$ 小,以反应③为主, $c(\text{Fe}^{3+})$ 减小。

反思:作为一个实验探究题,最后一问往往要对题目所述的问题进行总结和提炼。总结影响实验的主要因素或通过探究得到的结论,提升解题和认识问题的方法。所以在多因素影响的实验探究题中,题目必然要分析主要因素,这是考生解决实验探究题最后一问的基本思路。比如:2014年~2017年北京高考化学实验探究题的最后一问都有这样的特点,考生可通过做题自行体会。



每个人都有自己的家园,请展开想象,以“我心中的家园”为题,写一篇记叙文。要求:有细节,有描写。不少于700字。

我心中的家园

北京市第二十二中学高三学生 孙之琪

家是我们坚实的后盾,是温暖的避风港,在家里卸下防备,放下伪装,感受家人的温暖,想想都那么温馨。

小时候,我随爷爷奶奶生活在陕西的乡下,村子外面就是广阔的渭河,家门口是辽阔的田野,每家每户都种植着蔬菜和谷物。

我家的院子里,从我小时候起就架着一排葡萄架。每每到了葡萄收获的季节,紫色和绿色水晶挂在架子上,晶莹剔透,水汪汪的,好像风一吹就会掉下来似的。我搬着小凳子坐在藤架下,读书,玩耍。

有一次,一位在村里诊病的医师来我家,看着一串串葡萄,就说:“我想吃你家的葡萄,你帮我摘一串下来吧。”我想,家里的葡萄又香又甜,连客人都喜欢呢。于是,我就骄傲地说:“我都您摘,您尝尝,可甜了。”“哈哈!”奶奶慈爱地看着我,笑出了声。

生长在渭河边的我,怎能不去河边玩水呢?奶奶总是领着我沿着田边,看着爷爷在田里劳作的身影,走到渭河。在水边泼水、踩水、打水漂,我玩得不亦乐乎。那时水清澈见底,却也湍急,奶奶一直看着我,以防我掉下去。回家后她虽然一定会说:“再也不能让你去了。”但下次,她还会在我的央求下带我出去玩。

时间一年年过去,随着时间流逝的还有葡萄藤的生机、渭河的清流、奶奶的黑发以及爷爷坚实的腰板。

去年夏天我随父母回老家,发现奶奶已满头白发,爷爷因为严重的老年痴呆已不能认出我,葡萄藤因为缺少水分,只能长出低矮的绿藤无力攀上竹架,也结不出葡萄了。我站在滚着黄沙的渭河边,看着水流缓缓而过,默默无言。

家园里重要的是美丽的环境,是绚丽的生活,更是曾经的回忆,和陪伴左右的家人。我只想要记忆不消散,家人都能看到我长大成人,那里就是我心中最好的家园。



想象是人在头脑里对已储存的表象进行加工改造,形成新形象的心理过程。作者曾在渭河边生活,本文是对这个生活过的场景进行加工,改造成自己眼中的新形象。内容上,文章选择典型意象,如渭河、葡萄,写出意象的特点,在意象组成的生活景象中,前后变化突显情感波动。细节选择得好,突出意象、人物的特点,如“紫色和绿色水晶挂在架子上,晶莹剔透,水汪汪的,好像风一吹就会掉下来似的”,用比喻修辞、动词、形容词描写葡萄的颜色、状态、质地、重量,读者脑中能想象出这幅画面。细节描写生动形象,内容充实具体,想象力强。(柴荣)