

2018 年全国理综卷中的滴定试题分析

广西桂林市资源县资源中学 541499 李继文

分析化学通常将滴定分析法分为酸碱滴定法、氧化还原滴定法、沉淀滴定法、配位滴定法四种。

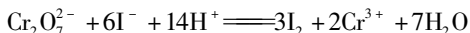
酸碱中和滴定实验,是现行高中化学教材中为数不多的几个定量实验之一。在普通高中课程标准实验教科书《化学(选修四:化学反应原理)》(人教版),对该实验的目的表述为:练习使用 pH 计测量溶液的 pH;学习以图示处理科学实验数据的方法;探究酸碱中和反应过程中 pH 的变化特点;体会定量实验在化学研究中的作用。不难看出,现行教材对滴定实验的要求,已经从原来的操作层面,转移到了数据的分析与处理上。

2018 年高考中,三套全国理综卷均考查了滴定实验。

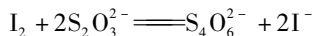
试题 1 (全国卷 I 题 27,节选) (4) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 可用作食品的抗氧化剂。在测定某葡萄酒中 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 残留量时,取 50.00 mL 葡萄酒样品,用 $0.01000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的碘标准液滴定至终点,消耗 10.00 mL。滴定反应的离子方程式为____。该样品中 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 残留量为____ g/L(以 SO_2 计)。

试题 2 (全国卷 II 题 28,节选) (3) 测定三草酸合铁酸钾($\text{K}_3[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3] \cdot \text{H}_2\text{O}$) 中铁的含量。①称量 $m \text{ g}$ 样品于锥形瓶中,溶解后加稀 H_2SO_4 酸化,用 $c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ KMnO_4 溶液滴定至终点。滴定终点的现象是____。②向上述溶液中加入过量锌粉至反应完全后,过滤、洗涤,将滤液及洗涤液全部收集到锥形瓶中,加稀 H_2SO_4 酸化,用 $c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ KMnO_4 溶液滴定至终点,消耗 KMnO_4 溶液 $V \text{ mL}$ 该晶体中铁的质量分数的表达式为____。

试题 3 (全国卷 III 题 28,节选) (2) 利用 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 标准溶液定量测定硫代硫酸钠的纯度。测定步骤如下:①溶液配制:称取 1.2000 g 某硫代硫酸钠晶体样品,(略)。②滴定:取 $0.00950 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 标准溶液 20.00 mL,硫酸酸化后加入过量 KI,发生反应:



然后用硫代硫酸钠样品溶液滴定至淡黄绿色,发生反应:



加入淀粉溶液作为指示剂,继续滴定,当溶液____,即为终点。平行滴定 3 次,样品溶液的平均用量为 24.80 mL,则样品纯度为____%(保留 1 位小数)。

试题 4 (全国卷 III 题 12) 用 $0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ AgNO_3 滴定 50.0 mL $0.0500 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ Cl^- 溶液的滴定曲线如图 1 所示。下列有关描述错误的是()。

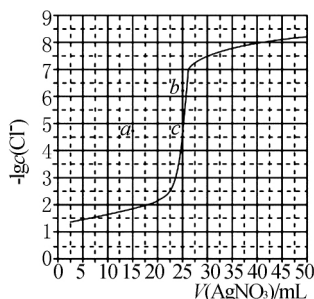


图 1

A. 根据曲线数据计算可知 $K_{sp}(\text{AgCl})$ 的数量级为 10^{-10}

B. 曲线上各点的溶液满足关系式 $c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-) = K_{sp}(\text{AgCl})$

C. 相同实验条件下,若改为 $0.0400 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ Cl^- ,反应终点 c 移到 a

D. 相同实验条件下,若改为 $0.0500 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ Br^- ,反应终点 c 向 b 方向移动

试题 1 的主题干一般理解为化学工艺流程题,试题 2、3,则为化学实验题,三道题目,与主题干相关联,又相对独立,解答时,与前部分试题在知识上没有相关性。

从滴定实验本身的角度看,滴定实验考查的角度主要集中在下面三个方面。

一、滴定终点现象描述

滴定终点的判断,一般为滴入标准液后,溶液的颜色发生突变,且半分钟内不恢复为原来的颜色。即溶液从原本的颜色,突变到反应结束后的颜色。试题 2 中,当 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 完全被 KMnO_4 溶液氧化后,再滴入 KMnO_4 溶液,其紫红色不再褪去,答案为出现(紫)红色,(且半分钟不恢复为原来的颜色)。试题 3 中,反应结束时, I_2 不再存在,蓝色消失。答案为蓝色消失,(且半分钟不恢复为原来的颜色)。

在中学化学中,最为常见的反应终点指示是三种情况:一是酸碱指示剂的颜色突变;二是氧化还 ►

例谈无机框图推断题的解题策略

江苏省泰兴市教师发展中心 225400 周 跃

无机推断题具有典型的化学学科特征和思维特征。无机推断题是高考和学业水平测试中最为常见,甚至是每年必考的一种题型。无机推断题主要有两种形式,一种是文字描述型,它不仅是综合了无机元素化合物的知识,同时还会应用到化学实验、化学基本理论和基本概念;另一种是无机框图型的推断题,它主要是综合考查了无机元素化合物的相互转化,题目看上去比较简捷,但实际对无机元素化合物知识的要求比较高,同时考查学生对元素化合物知识的应用能力。本文就以一道题例的解析来谈一谈无机框图推断题型的问题解决策略。

一、无机框图题典例解析

典例 图 1 中的 $B \sim K$ 分别代表有关反应的一种反应物或生成物,其中 A 、 C 、 F 、 K 是固体; E 是常见的气体单质, I 是红棕色的气态氧化物。固态物质 A 加热后生成的气体混合物若通过碱石灰只剩余气体 B ,若通过浓硫酸则只剩余气体 D 。各物质间的转化关系如图 1 所示。

请回答下列问题:

(1) B 的化学式为____, D 的电子式_____。

▶原滴定中若使用了 KMnO_4 ,紫色出现;三是有 I_2 参与的反应,用淀粉作指示剂,蓝色的出现或消失。

二、利用化学方程式的计算

试题 1 要求写出滴定反应的离子方程式,为该卷中要求书写的两个化学方程式之一,同时考查了考生利用方程式进行计算的能力;试题 3 则涉及利用化学方程式的计算。此类型的计算,为实验结果处理的重要部分,也是两套试题中最为典型的计算题,考查学生利用化学方程式计算能力,秉承了近几年来将化学计算与实验试题融合的习惯,试题 1 需要清楚参与反应的物质并找出物质间的相互关系(写出化学方程式并配平,或利用电子得失守恒找出氧化剂和还原剂的物质的量比),题 3 涉及多步反应的物质间关系,试题必定具有较高的区分度。

三、滴定曲线分析

试题 4 为选择题,以沉淀滴定情景内容,以

(2) 写出实验室检验 A 物质中含有的阳离子的方法_____。

(3) 写出实验室制取 B 的化学方程式_____。

(4) 将 $0.01 \text{ mol } D$ 通入 $1 \text{ L } 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} F$ 溶液中,所得溶液中所含离子浓度由大到小排列顺序为_____。

(5) 写出 N 的稀溶液与过量的铁粉反应的离子方程式_____。

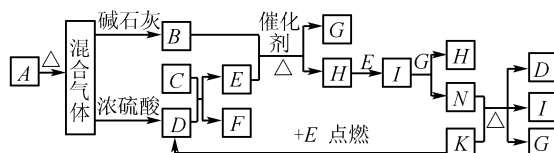


图 1

解析 由题中 A 分解后的混合气体通过碱石灰只剩余气体 B ,通过浓 H_2SO_4 后只剩余气体 D 可知, B 为碱性气体,而 D 为酸性气体,从而可知 B 为氨,而 A 固体应为铵盐。 $\text{B}(\text{NH}_3)$ 与 E 单质反应生成 H , H 再与 E 单质反应生成 I , I 是红棕色气体,可知 I 为 NO_2 气体, E 为氧气, G 为水, H 为 NO , I 与 G

酸碱滴定曲线为蓝本,考查考生图示处理科学实验数据的方法和能力,以及对难溶电解质的电离平衡、溶度积常数的理解。对图像图形具备分析能力,是对学生的基本要求,也恰是学生学习的薄弱环节,借助已有的熟悉内容情景,将知识与能力融合一起来考查,是很不错的设计。本题中: c 点时沉淀恰好完全, $c(\text{Ag}^+)$ 和 $c(\text{Cl}^-)$ 的数量级为 10^{-5} , $K_{\text{sp}}(\text{AgCl})$ 的数量级为 10^{-10} , A 正确; $K_{\text{sp}}(\text{AgCl})$ 只受温度的影响, B 正确; AgBr 的溶解度比 AgCl 小, $K_{\text{sp}}(\text{AgBr}) < K_{\text{sp}}(\text{AgCl})$,改为 Br^- 反应终点 c 向 b 方向移动,正确;改用更低浓度的 Cl^- 时,达到滴定终点所需要的 AgNO_3 溶液体积为原来的五分之四,即 20 mL , C 错误。

纵观 2018 年的滴定试题,较好地融合了现行教材,对中学化学教学的具有导向作用。

(收稿日期:2018-06-16)