

在变化中加深对概念的理解

湖北省枝江县第一中学 443200 罗功举

pH 计算是电解质溶液知识中的重点内容之一,也是易错点之一。本文以酸碱溶液混合后 pH 的计算问题为例,通过一题多变形来帮助学生更好地理解有关概念,供参考。

母题 室温下,将 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HCl 溶液和 $0.06 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液等体积混合后,则所得溶液的 pH 是()。

- A. 1.7 B. 12.3 C. 12 D. 1

分析 本题是强酸和强碱的混合,要先判断混合液的酸碱性。酸中 $c(\text{H}^+) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; 碱中 $c(\text{OH}^-) = 0.12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,等体积混合碱过量;根据 pH 的计算方法,要先求混合溶液中 $c(\text{OH}^-)_{\text{余}}$,再求 $c(\text{H}^+)_{\text{水}}$,最后求 pH。 $c(\text{OH}^-)_{\text{余}} = [c(\text{OH}^-) \cdot V_{\text{碱}} - c(\text{H}^+) \cdot V_{\text{酸}}] / (V_{\text{酸}} + V_{\text{碱}}) = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{H}^+)_{\text{水}} = K_w / c(\text{OH}^-)_{\text{余}} = 1 \times 10^{-12} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,故 $\text{pH} = -\lg c(\text{H}^+)_{\text{水}} = 12$ 。答案为 C。

变式一 室温下,将 pH=2 的 HCl 和 pH=12 的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液混合后,若所得溶液的 pH=11,则 HCl 和 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液的体积比是()。

- A. 11:9 B. 9:11 C. 1:2 D. 2:1

分析 设 HCl 和 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液的体积分别为 x, y ,因酸中 $c(\text{H}^+) = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,碱中 $c(\text{OH}^-) = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,故 $10^{-3} = (0.01 \times y - 0.01 \times x) / (x + y)$,解得: $x/y = 9/11$ 。答案为 B。

变式二 常温下,在一定体积 pH=12 的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液中,逐滴加入一定物质的量浓度的 NaHSO_4 溶液,当溶液中的 Ba^{2+} 恰好完全沉淀时,溶液的 pH=11。若反应后溶液的总体积等于 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液与 NaHSO_4 溶液的体积之和,则 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液与 NaHSO_4 溶液的体积比是()。

- A. 1:9 B. 1:1 C. 1:2 D. 1:4

分析 pH=12 的氢氧化钡溶液中 $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-12} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{OH}^-) = K_w / c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-14} / 1 \times 10^{-12} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,则 $c[\text{Ba}(\text{OH})_2] = 0.5 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; 反应后溶液的 pH=11, $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-11} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-14} / 1 \times 10^{-11} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot$

L^{-1} 。设氢氧化钡溶液体积为 V_1 ,硫酸氢钠溶液的体积为 V_2 。依题意知, $n(\text{Ba}^{2+}) = n(\text{SO}_4^{2-})$ 。由方程式 $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{NaHSO}_4 = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$ 知,生成的氢氧化钠的物质的量为 $n(\text{NaOH}) = n[\text{Ba}(\text{OH})_2] = 0.5 \times 10^{-2} V_1 \text{ mol}$,则 $0.5 \times 10^{-2} V_1 \text{ mol} / (V_1 + V_2) \text{ L} = 1 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,解得: $V_1 : V_2 = 1 : 4$ 。答案为 D。

变式三 水的电离平衡曲线如图 1 所示。

(1) 若以 A 点表示 25℃ 时水电离平衡时的离子浓度,当温度上升到 100℃ 时,水的电离平衡状态到 B 点,则此时水的离子积从 _____ 增加到 _____。

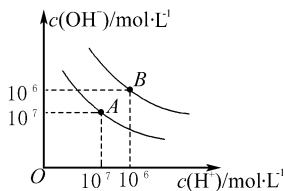


图 1

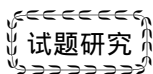
(2) 将 pH=8 的氢氧化钡溶液与 pH=5 的盐酸溶液混合并保持 100℃ 恒温,欲使混合溶液的 pH=7,则氢氧化钡溶液与盐酸的体积比为 _____。

分析 (1) 主要考查观察图象的能力。A 点时水的离子积 $K_w = c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-) = 10^{-7} \times 10^{-7} = 1 \times 10^{-14}$; B 点时水的离子积 $K_w' = 10^{-6} \times 10^{-6} = 1 \times 10^{-12}$ 。(2) 氢氧化钡溶液中 $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{OH}^-) = K_w / c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-12} / 1 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; 且 pH=7 的混合溶液呈碱性。设氢氧化钡溶液和盐酸的体积分别为 V_b, V_a ,则 $(10^{-4} \times V_b - 10^{-5} \times V_a) / (V_a + V_b) = 10^{-12} / 10^{-7}$,解得: $V_b : V_a = 2 : 9$ 。

变式四 常温下,将 pH=1 的硫酸溶液平均分成两等份,一份加入适量水,另一份加入与该硫酸溶液物质的量浓度相同的氢氧化钠溶液,两者 pH 都升高了 1。则加入水和加入 NaOH 溶液的体积比约为()。

- A. 11:1 B. 10:1 C. 6:1 D. 5:1

分析 设所取每份硫酸的体积为 V_1 ,使硫酸由 pH=1 变为 pH=2,则所加水的体积 $V_{\text{水}} = 9V_1$; 又设酸碱混合中所加 NaOH 溶液的体积为 V_2 ,则有 $c(\text{H}^+) = (0.1V_1 - 0.05V_2) / (V_1 + V_2) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ▶



基础与能力并举 全面考查化学学科素养

——2016年全国高考理综乙卷(卷I)化学试题特点分析

安徽处宿州灵璧中学 234200 汤伟

2016年教育部考试中心命制的化学试题有课程标准理综甲卷(又称卷II,主要为黑龙江、吉林、辽宁、甘肃、青海、内蒙古、宁夏、新疆、西藏、陕西、重庆等省份使用)、乙卷(又称卷I,为河南、河北、山西、江西、湖北、湖南、广东、安徽、福建等省份使用)、丙卷(又称卷III,为云南、广西、贵州省份使用)及海南省单独化学高考试卷。四套试卷针对具体的省份不同,难易程度略有不同,但均能够较好的遵循《课程标准》的基本理念,严格贯彻《2016年全国(新课标卷)考试说明》基本要求,坚持稳字当头、稳中有新,试题考查体现立德树人,内容上尽可能体现核心价值、传统文化、创

新精神等多个方面。下面针对乙卷中的化学试题特点重点作一分析,愿能够对以后的化学教学带来一定的帮助。

一、注重基础与能力并举 稳中有新

全国高考乙卷理综化学试题共设计了7道选择题,3道必做非选择题,1道选做题(三选一),满分为100分。与去年高考化学试题设计的题型及分值相似,考查的知识要点仍然不回避中学化学典型的主干知识和常见的化学重点知识,每一道试题考查内容设计上,都较为注重基础,看似平淡,从平淡中考查化学知识的综合应用能力,试题都特别注重各个基础知识的综合应用(见表1)。

表1 2016年高考理综乙卷化学试题考查知识与能力分析表

题号	题型	考查板块	基础知识综合考查点	能力考查点
7	选择题	化学与 STSE	蛋白质、乙醇、油脂、人造纤维的相关性质与应用,本题主要涉及必修模块“化学1”、“化学2”的内容。	通过设置化学与生活背景材料,考查考生对基础知识融会贯通、再现、辨认的能力,引导学生关注化学的应用价值,注重学以致用。
8	选择题	化学基本计算(阿伏伽德罗常数的基本计算)	本题主要是以阿伏伽德罗常数为载体,考查质量与微粒个数、物质的量与微粒的个数、气体摩尔体积、氧化还原反应等基本知识。另外还具体考查了可逆反应中分子个数的推算、氧化还原反应中电子转移数目的计算、物质结构中所含共价键数目的计算。	能力层面上要求考生运用所掌握的知识进行必要的分析、推理和计算,解决具体的化学问题的能力。

► $= 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 解得 $V_2 = 3V_1/2$, 即 $V_{\text{水}} : V_{\text{NaOH}} = 9V_1 : 3V_1/2 = 6:1$ 。答案为 C。

变式五 25℃时,若 $\text{pH} = a$ 的 10 体积某强酸溶液与 $\text{pH} = b$ 的 1 体积某强碱溶液混合后溶液呈中性,则混合之前该强酸的 pH 与强碱的 pH 之间应满足的关系()。

- A. $a + b = 14$ B. $a + b = 13$
C. $a + b = 15$ D. $a + b = 7$

分析 酸中 $n(\text{H}^+) = 10^{-a} \times 10 \text{ mol}$, 碱中 $n(\text{OH}^-) = 10^{-b} / 10 \times 1 = 10^{-14+b} \text{ mol}$, 根据混合后溶液呈中性,故 $n(\text{H}^+) = n(\text{OH}^-)$, 即 $10^{-a} \times 10 = 10^{-14+b}$, 所以 $a + b = 15$ 。答案为 C。

变式六 用 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液中和某浓度的 H_2SO_4 溶液,其水溶液的 pH 和所用 NaOH 溶液的体积关系变化如图 2 所示,则原

H_2SO_4 溶液的物质的量浓度和完全反应后溶液的大致体积是()。

- A. $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 20 mL
B. $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 40 mL
C. $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 80 mL
D. $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 80 mL

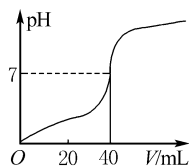


图2

分析 从图象中可知滴定前稀 H_2SO_4 的 $\text{pH} = 0$, 即 $c(\text{H}^+) = 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。当 $\text{pH} = 7$ 时, 消耗 $V(\text{NaOH}) = 40 \text{ mL}$, 根据 $n(\text{H}^+) = n(\text{OH}^-)$ 可列式: $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times V_{\text{硫酸}} = 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 40 \text{ mL}$, 则原硫酸溶液的体积 $V_{\text{硫酸}} = 40 \text{ mL}$ 。反应后溶液的大致体积是 $40 \text{ mL} + 40 \text{ mL} = 80 \text{ mL}$ 。答案为 C。

(收稿日期: 2016-03-15)