

2016 年高考中首次出现的化学试题探析

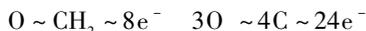
山东省潍坊(上海)新纪元学校 261108 龚铁森

2016 年高考化学试卷中,出现了一些曾经没有“原型”的时新试题,它们首次出现在高考试题当中,其选材灵活,构思缜密,设计巧妙,形式新颖,内容丰富,对考生的能力测试极具“公平、公正”性,不是考生死记硬背就能得分的。但是,这些试题对考生而言,陌生度大,综合性强,能力要求高,且对考生来说没有贮备原来解答模式的可参考性,因此,具有较大的难度。本文仅选择五个典型试题,通过分析探究,力图帮助考生化解疑难、降低难度。

类型一 以陌生的“三室式电渗析法”为发

► $C_4H_4 \longrightarrow C_3H_4 \cdot C$, $C_3H_8 \longrightarrow C_3H_4 \cdot 4H$, 故答案为 B、D。

三、从有机物电子数相等出发,进行等效代换根据氧、碳、氢的电子数可得:

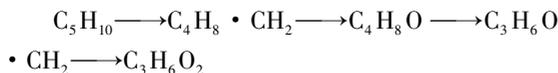


例 4 某有机物分子中有 40 个电子,它燃烧时,只生成等体积的 CO_2 和水蒸气(相同条件下)。若该有机物为烃,则分子式为____。若为含氧衍生物,则分子式为____、____。

分析 由 $V(CO_2) = V(H_2O)$, 得 $n(C) : n(H) = 1 : 2$, 故该烃的化学式可表示为: $(CH_2)_n$

总电子数为: $8n = 40$, 求得 $n = 5$, 即该烃的分子式为 C_5H_{10} 。

再根据电子数相等进行代换:



答案: C_5H_{10} 、 C_4H_8O 、 $C_3H_6O_2$

四、从价键守恒出发,进行等效变换

一价的基团有: $-H \sim -OH \sim -x(F, Cl, Br, I)$

二价的基团有: $=O$ (或 $-O-$) $\sim -CH_2-$

三价的基团有: $\begin{array}{c} | \\ -N- \\ | \end{array} \sim \begin{array}{c} | \\ -CH- \\ | \end{array}$

例 5 根据碳是四价、氧是二价、氮是三价,硫是二价,卤素是一价的法则,可判断下列分子式

散点,以处理含 Na_2SO_4 废水的原理和示意图为题材,考查学生对电解池中离子移动方向的正确判断、电解后溶液中所得成分的合理推测、电极反应的书写、离子浓度变化情况以及氧化还原反应的简单计算等综合知识。

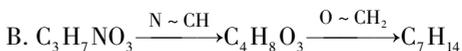
例 1 (理综卷 1) 三室式电渗析法处理含 Na_2SO_4 废水的原理如图 1 所示,采用惰性电极, ab 、 cd 均为离子交换膜,在直流电场的作用下,两膜中间的 Na^+ 和 SO_4^{2-} 可通过离子交换膜,而两端隔室中离子被阻挡不能进入中间隔室。

下列叙述正确的是()。

中不能成立的是()。



分析 A. $C_8H_{13}O_2Br \xrightarrow{Br \sim H} C_8H_{14}O_2 \xrightarrow{O \sim CH_2} C_{10}H_{18}$



C. $C_4H_8NO \xrightarrow{N \sim CH} C_5H_9O \xrightarrow{O \sim CH_2} C_6H_{11}$ 不能成立

D. $C_5H_6SH \xrightarrow{S \sim O} C_5H_6OH \xrightarrow{OH \sim H} C_5H_7$ 不能成立

所以,此题的答案为 C、D。

例 6 喹啉是一种杂环化合物,它存在于多种药物的结构中,将萘(相对分子质量为 128)分子中一个碳原子(α 位)换成氮原子,即得到喹啉,推测其相对分子质量为____。

分析 萘的分子式为 $C_{10}H_8$, 按 $N \sim CH$ 进行等效代换可得:



故喹啉的相对分子质量 $M = 128 - 13 + 14 = 129$ 。

(收稿日期:2017-01-10)

A. 通电后中间隔室的 SO_4^{2-} 向正极迁移, 正极区溶液 pH 增大

B. 该法在处理含 Na_2SO_4 废水时可以得到 NaOH 和 H_2SO_4 产品

C. 负极反应为 $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$, 负极区溶液 pH 降低

D. 当电路中通过 1 mol 电子的电量时, 会有 0.5 mol 的 O_2 生成

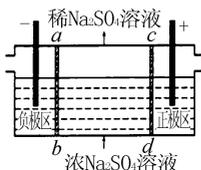
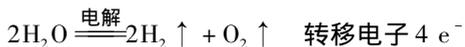


图 1

解析 考查意图: 主要考查给定条件下电解 Na_2SO_4 溶液时, 电解池中阴离子的移动方向和阳极上离子放电后对溶液 pH 的影响、电解后所得产物的确定、电极反应的书写、电子的转移与产物的简单计算。

干扰设置: 设计了陌生的“三室式电解池”; 提供了离子选择通过和阻止通过的条件——两块“离子单向交换膜”; 使用了与中学教学中不同的说法——负极区(中学教学中说的是阴极区, 与电源负极相连的叫做阴极)和正极区(中学教学中说的是阳极区, 与电源正极相连的叫做阳极) 这些条件和说法设置 对学生答题产生较大的干扰。

正确解答: 根据电解原理, 通电后, 阳离子移向阴极(即本题所说的“负极区”), 阴离子移向阳极(即本题所说的“正极区”)。依题意, 三室(左、中、右)里的溶液中都含有 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、水电离出的少量 H^+ 和 OH^- , 且 ab 是阳离子“左单向”通过膜, cd 是阴离子“右单向”通过膜。而阴极上 H^+ 放电, 电极反应为: $4\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 2\text{H}_2 \uparrow + 4\text{OH}^-$, 破坏水的电离平衡, 负极区 OH^- 浓度增大, 中池里的 Na^+ 移向左池, 得到产品 NaOH, 溶液的 pH 增大; 而阳极上 OH^- 放电, 电极反应为: $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$, 破坏水的电离平衡, 正极区 H^+ 浓度增大, 中池里的 SO_4^{2-} 移向右池, 得到产品 H_2SO_4 溶液, 溶液的 pH 减小。选项 A、C 错误, 选项 B 正确。电解 Na_2SO_4 溶液本质上是电解水:



所以, 当电路中通过 1 mol 电子的电量时, 会有 0.25 mol 的 O_2 生成, 选项 D 错误。答案: B。

总结归纳:

(1) 电解时, 阳离子移向阴极, 在阴极上得到电子, 发生还原反应; 阴离子移向阳极, 在阳极上失去电子, 发生氧化反应。当给出离子交换膜时, 离子能否通过, 要根据离子交换膜的特性来确定!

(2) 阴阳离子在电极上失得电子叫做放电。离子放电顺序一般是:

阴离子: $\text{S}^{2-} > \text{I}^- > \text{Br}^- > \text{Cl}^- > \text{OH}^- > \text{含氧酸根离子}$ 。

阳离子: $\text{Ag}^+ > \text{Hg}^{2+} > \text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+} > \text{H}^+ > \text{较活泼金属离子}$ 。

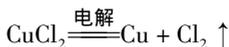
(3) 电解电解质溶液的四种类型和电解后溶液的 pH 变化:

①析氢析氧型——电解水型:

电解强含氧酸如稀 H_2SO_4 溶液, 溶液的 pH 变小; 电解强碱如 NaOH 溶液, 溶液的 pH 变大; 电解强含氧酸的强碱盐如 Na_2SO_4 溶液、 KNO_3 溶液等, 溶液的 pH 不变。

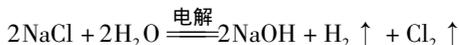
②析出两种单质——电解电解质本身:

电解 CuCl_2 溶液、电解盐酸等, 溶液的 pH 变大。



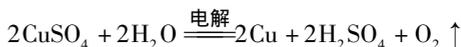
③析氢生碱型——电解电解质的阴离子和水中的 H^+ :

电解强碱的无氧酸盐如 NaCl 溶液, 溶液的 pH 变大。



④析氧生酸型——电解电解质的阳离子和水中的 OH^- :

如电解强含氧酸的弱碱盐如 CuSO_4 溶液、 AgNO_3 溶液, 溶液的 pH 变小。



类型二 以强酸弱碱中和滴定及其滴定曲线为题材, 考查学生对酸碱中和滴定指示剂的正确选择、盐类水解与离子浓度大小关系、溶液中的电荷守恒、弱电解质的部分电离和 $c(\text{H}^+)$ 计算、根

据弱碱的电离度和浓度确定其 pH、以及图文转换等知识。

例2 (理综卷1) 298 K 时, 在 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 20.0 mL 氨水中滴入 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸, 溶液的 pH 与所加盐酸的体积关系如图 2 所示。已知 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氨水的电离度为 1.32%, 下列有关叙述正确的是 ()。

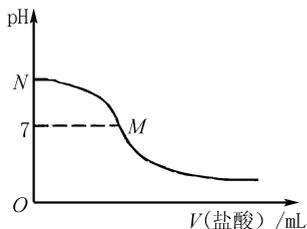


图 2

- A. 该滴定过程应该选择酚酞作为指示剂
- B. M 点对应的盐酸体积为 20.0 mL
- C. M 点处的溶液中 $c(\text{NH}_4^+) = c(\text{Cl}^-) = c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$
- D. N 点处的溶液中 $\text{pH} < 12$

解析 考查意图: 主要考查盐酸滴定氨水选用什么指示剂指示滴定终点、盐酸滴定氨水至 $\text{pH} = 7$ (298K 时显中性) 时消耗盐酸的体积、中性溶液中离子浓度的大小关系、氨水的部分电离、识图用图及图文转换等知识。

干扰设置: 以盐酸滴定氨水(弱碱)指示剂的选择(中学教科书选修 4 中只讲了强酸强碱的中和滴定)、强酸与弱碱反应到中性的体积关系、中性溶液中离子的电荷守恒式及盐类水解与离子浓度大小关系、弱碱不能完全电离(给出电离度)、弱碱溶液 pH 的计算与推断等为干扰因素。

正确解答: 氨水是一元弱碱, 盐酸是一元强酸, 当滴定达到滴定终点, 即两者的物质的量相等时, 生成强酸弱碱盐 NH_4Cl , NH_4^+ 水解使溶液显酸性, 此时应选用甲基红作指示剂; 若选用酚酞作为指示剂, 溶液变色时还显碱性, 氨水还没有反应完, 选项 A 错误。298K (即 25℃) 时, M 点对应的 $\text{pH} = 7$, 溶液显中性, 所以, M 点是 NH_4Cl 和少量 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的混合溶液, 即 M 点 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 过量, 盐酸不足, 对应的盐酸体积小于 20.0 mL, 选项 B 错误。根据溶液中离子的电荷守恒, 有: $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-)$, 而 298K 时 $\text{pH} = 7$, 溶

液显中性, 即 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) = 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 所以 $c(\text{NH}_4^+) = c(\text{Cl}^-)$, 但 $c(\text{NH}_4^+) = c(\text{Cl}^-) > c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$, 选项 C 错误。N 点时, 反应还没有开始, 此处就是 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氨水, 由于氨水是弱碱, 只有部分电离, 其 $c(\text{OH}^-) = c\alpha = 0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1.32\% = 1.32 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{H}^+) = \frac{K_w}{c(\text{OH}^-)} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1.32 \times 10^{-3}} = 7.58 \times 10^{-12} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{pH} < 12$, 选项 D 正确。

总结归纳:

(1) 在中学里, 强酸强碱中和滴定可选用甲基橙、甲基红或酚酞试液作指示剂; 强酸滴定氨水用甲基红作指示剂; 强碱滴定醋酸用酚酞试液作指示剂。酸碱指示剂的选择原则是指示剂的变色范围全部或一部分在“滴定突跃”范围内。

(2) 等物质的量浓度等体积的盐酸与氨水反应, 生成 NH_4Cl , 溶液显酸性; 而等物质的量浓度的盐酸与氨水反应显中性时, 盐酸的体积小于氨水的体积。

(3) 中性溶液中, $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$, 它们远远小于溶质离子的浓度。

(4) 弱酸中 $c(\text{H}^+) = c\alpha$, $c(\text{H}^+) = \sqrt{cK_a}$; 弱碱中 $c(\text{OH}^-) = c\alpha$, $c(\text{OH}^-) = \sqrt{cK_b}$ 。

类型三 以电解质溶液相互反应为发散点, 以电解质溶液反应用量和导电能力曲线为题材, 考查学生对导电能力曲线的正确判断、导电曲线上某点对应溶液中离子的确定、离子浓度的大小关系、以及溶液的酸碱性和图文转换等知识。

例3 (北京卷) 在两份相同的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液中, 分别滴入物质的量浓度相等的 H_2SO_4 、 NaHSO_4 溶液, 其导电能力随滴入溶液体积变化的曲线如图 3 所示。

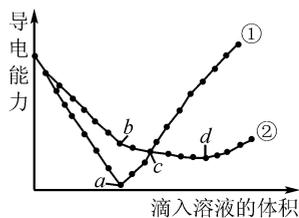


图 3

下列分析不正确的是 ()。

- A. ①代表滴加 H₂SO₄ 溶液的变化曲线
- B. b 点, 溶液中大量存在的离子是 Na⁺、OH⁻
- C. c 点, 两溶液中含有相同量的 OH⁻
- D. a、d 两点对应的溶液均显中性

解析 考查意图: 主要考查离子反应的特点、电解质用量比例不同生成产物及离子不同、溶液导电能力不同以及识图、用图、图文转换等知识。

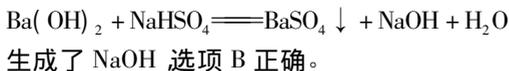
干扰设置: 物质的量浓度相等的 H₂SO₄ 和 NaHSO₄ 溶液中 $c(\text{SO}_4^{2-})$ 相等 $c(\text{H}^+)$ 和 $c(\text{Na}^+)$ 不相等; 分别滴入两份相同的 Ba(OH)₂ 溶液中, 生成物不同, 导电能力出现差异。隐含导电能力与离子浓度大小、离子电荷高低成正比的关系。

正确解答: 由图中曲线①上的 a 点可知, 此时导电能力最弱, 由此推断 a 点发生的反应是:

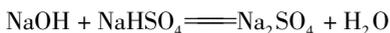


所以, 曲线①是代表向 Ba(OH)₂ 溶液中滴加 H₂SO₄ 后溶液导电能力的变化曲线, 选项 A 正确。

曲线②是向 Ba(OH)₂ 溶液中滴加 NaHSO₄ 后溶液导电能力的变化曲线, b 点之前导电能力曲线下降低度大, 即离子浓度减小快, b、d 两点之间导电能力曲线下降低度小, 即离子浓度减小慢, 且都还有一定的导电能力, 据此推断 b 点发生的反应是:



d 点发生的反应是:



a 点是 BaSO₄ 饱和溶液, d 点是 Na₂SO₄ 溶液, a、d 两点对应的溶液均显中性, 选项 D 正确。

曲线①a 点, Ba(OH)₂ 与加入的 H₂SO₄ 已经完全反应生成 BaSO₄ 和 H₂O, 所以 c 点时加入 H₂SO₄ 溶液显酸性; 而曲线②上的 c 点, 反应生成的 NaOH 部分与 NaHSO₄ 反应, NaOH 有剩余, 溶液显碱性, 曲线①和曲线②上的交叉点 c, 只代表导电能力相同, OH⁻ 不同, 因此, 选项 C 不正确。答案: C。

总结归纳:

(1) 溶液的导电能力强弱与离子浓度和离子所带电荷量成正比。

(2) 解答图像题要讲究方法, 结合原理, 把握关键。主要是观察“四点”“三势”“两变量”, 全

面实现“三转化”。“四点”是指起点、终点、转折点、交叉点。“三势”是指上升、下降、不变。“两变量”是指增大量及增大的梯度、减小量及减小的坡度, “三转化”是指图文转化、图式转化、图理转化。

类型四 以短周期元素构成的二元化合物及其转化关系为题材, 提供有关物质的性质, 考查学生对题给元素的推断、有关元素原子半径大小的确定、非金属性强弱的比较、以及有关元素组成化合物的状态与性质等知识。

例 4 (理综卷 1) 短周期元素 W、X、Y、Z 的原子序数依次增加。m、p、r 是由这些元素组成的二元化合物, n 是元素 Z 的单质, 通常为黄绿色气体, q 的水溶液具有漂白性。0.01 mol · L⁻¹ r 溶液的 pH 为 2, s 通常是难溶于水的混合物。上述物质的转化关系如图 4 所示。下列说法正确的是()。

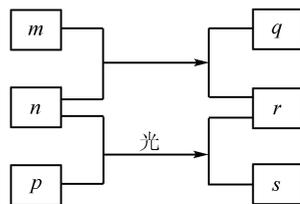


图 4

- A. 原子半径的大小 $W < X < Y$
- B. 元素的非金属性 $Z > X > Y$
- C. Y 的氢化物常温常压下为液态
- D. X 的最高价氧化物的水化物为强酸

解析 考查意图: 主要考查学生运用题给信息和物质转化框图进行元素推断的能力(属于首次)、运用元素周期表和元素周期律解决问题的能力。

干扰设置: 由物质的相互反应和某些物质的特性推断物质; 由物质组成推断组成元素; 由光化学反应和 n、r、s 的性质推断未知物质 p、s; 未指明二元化合物 m、p、r 是由那些元素组成的; O 和 Cl 元素非金属性强弱比较。

正确解答: 依题意, 黄绿色气体单质 n 是 Cl₂, Cl₂ 的组成元素 Z 是 Cl 元素; 根据框图转化关系, q 的水溶液有漂白性和 0.01 mol · L⁻¹ r 溶液的 pH 为 2 推断 q 是弱酸——次氯酸(HClO), r 是盐酸(HCl), 然后逆向推断确定 m 是 H₂O; 根据中

学有关 Cl_2 的光化学反应只有与 H_2 和 CH_4 两个反应、以及 s 通常是难溶于水的混合物推断, s 是有机混合物, 从而确定 p 是甲烷 (CH_4) s 是 CH_3Cl 、 CH_2Cl_2 、 CHCl_3 、 CCl_4 组成的混合物。组成这些物质的元素有 H、O、C、Cl 四种, 然后, 联系短周期元素 W、X、Y、Z 的原子序数依次增加推断, W 是氢元素 X 是碳元素 Y 是氧元素 Z 是氯元素。

原子半径的大小: $W(\text{H}) < Y(\text{O}) < X(\text{C})$, 选项 A 错误; 元素的非金属性: $X(\text{O}) > Z(\text{Cl}) > Y(\text{C})$, 选项 B 错误; Y (即 O 元素) 的氢化物有 H_2O 、 H_2O_2 , 常温常压下它们都为液态, 选项 C 正确; X (即 C 元素) 的最高价氧化物是 CO_2 , 对应的水化物是 H_2CO_3 , 碳酸是弱酸, 选项 D 错误。答案: C。

总结归纳: (1) 现行中学化学教科书里的光化学反应只介绍了三个: H_2 与 Cl_2 光照爆炸、 CH_4 与 Cl_2 光照反应、浓硝酸光照分解。原来还介绍了 AgBr 、 AgI 见光分解。

(2) 中学化学里有漂白性的物质主要有: 次氯酸、次氯酸钠、次氯酸钙、过氧化钠、过氧化氢、二氧化硫、臭氧等。

(3) 粒子半径大小比较。

原子半径: 同一周期看左右 $r(\text{左}) > r(\text{右})$; 同一主族看上下 $r(\text{下}) > r(\text{上})$ 。

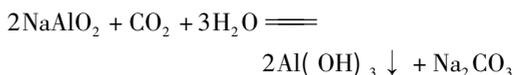
离子半径: 电子层不同看多少: $r(\text{层多}) > r(\text{层少})$, 电子层结构相同看 Z 大小: $r(\text{小}) > r(\text{大})$ 。

同一元素原子和离子: 看价态高低 $r(\text{低价}) > r(\text{高价})$;

(4) 元素非金属性比较: 同一周期看左右, $r(\text{右}) > r(\text{左})$; 同一主族看上下 $r(\text{上}) > r(\text{下})$; 不同周期和主族看电负性, 电负性大的非金属性强。

类型五 以向混合溶液中通入 CO_2 发生反应的先后次序为信息, 以量变质变反应(或连续反应)为题材, 考查 CO_2 的用量不同时产物不同, 以及产物中有关粒子浓度的大小情况。

例5 (四川卷) 向 1 L 含 0.01 mol NaAlO_2 和 0.02 mol NaOH 的溶液中缓慢通入二氧化碳, 随 $n(\text{CO}_2)$ 增大, 先后发生三个不同的反应, 当 $0.01 \text{ mol} < n(\text{CO}_2) \leq 0.015$ 时发生的反应是:



下列对应关系正确的是()。

选项	$n(\text{CO}_2) / \text{mol}$	溶液中离子的物质的量浓度
A	0	$c(\text{Na}^+) > c(\text{AlO}_2^-) + c(\text{OH}^-)$
B	0.01	$c(\text{Na}^+) > c(\text{AlO}_2^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{CO}_3^{2-})$
C	0.015	$c(\text{Na}^+) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{CO}_3^{2-}) > c(\text{OH}^-)$
D	0.03	$c(\text{Na}^+) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$

解析 命题意图: 主要考查 CO_2 与 NaOH 反应的用量及其产物; 考查 CO_2 与 NaOH 、 Na_2CO_3 、 NaAlO_2 溶液反应的先后次序及其对应产物、以及对应产物溶液中离子浓度大小的正确判断。

干扰设置:

(1) 含有两溶质的混合溶液中离子浓度的大小比较;

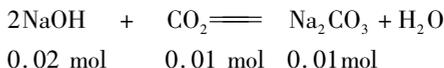
(2) 向含有 NaAlO_2 的 NaOH 溶液中通入 CO_2 , 谁先反应? 反应产物是什么?

(3) CO_2 与 NaOH 、 Na_2CO_3 、 NaAlO_2 溶液反应的先后次序及其对应产物是什么? 并隐含了化学反应。

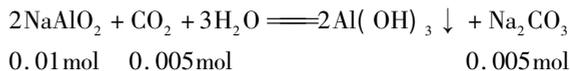
(4) 根据 CO_2 与 NaOH 、 NaAlO_2 、 Na_2CO_3 用量比确定反应产物, 并推断离子浓度大小关系的正误。

正确解答: 依题意, 先要明确本题中先后发生的三个反应以及反应物、生成物的物质的量关系:

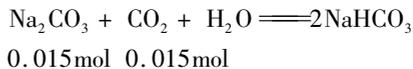
当 $n(\text{CO}_2) \leq 0.01 \text{ mol}$ 时, CO_2 与 NaOH 溶液反应生成 Na_2CO_3 :



当 $0.01 \text{ mol} < n(\text{CO}_2) \leq 0.015 \text{ mol}$ 时发生的反应是:



当 $0.015 \text{ mol} < n(\text{CO}_2) \leq 0.03 \text{ mol}$ 时发生的反应是:



然后, 再分别作出下列解答:

①当 $n(\text{CO}_2) = 0$ 时, 混合溶液由 NaAlO_2 和

NaOH 组成,含有 Na^+ 、 OH^- 、 AlO_2^- 和极少 H^+ 根据电荷守恒,有 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{AlO}_2^-) + c(\text{OH}^-)$,显然 $c(\text{Na}^+) < c(\text{AlO}_2^-) + c(\text{OH}^-)$,选项 A 错误。

②当 $n(\text{CO}_2) = 0.01$ 时,混合溶液由 NaAlO_2 和 Na_2CO_3 组成,含有 Na^+ 、 AlO_2^- 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 OH^- 和极少 H^+ ,由于 H_2CO_3 的酸性比 HAlO_2 强, AlO_2^- 的水解程度比 CO_3^{2-} 大,所以 $c(\text{CO}_3^{2-}) > c(\text{AlO}_2^-)$,又由于水解一般是比较微弱的,所以 $c(\text{CO}_3^{2-}) > c(\text{OH}^-)$,选项 B 错误。

③当 $n(\text{CO}_2) = 0.015$ 时,溶液中只含有 Na_2CO_3 ,含有 Na^+ 、 CO_3^{2-} 、 OH^- 、 HCO_3^- 和极少 H^+ ,由于水解是微弱的,且 HCO_3^- 还会水解,所以 $c(\text{CO}_3^{2-}) > c(\text{OH}^-) > c(\text{HCO}_3^-)$,选项 C 错误。

④当 $n(\text{CO}_2) = 0.03 \text{ mol}$ 时,溶液中只含有 NaHCO_3 ,含有 Na^+ 、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 OH^- 和极少 H^+ ,由于 HCO_3^- 电离是微弱的,水解也是微弱的,但其水解程度大于其电离程度,且 CO_3^{2-} 还会水解,所以 $c(\text{Na}^+) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{CO}_3^{2-}) > c(\text{H}^+)$,选项 D 正确。答案: D。

总结归纳:

(1) 中学常见的量变质变反应(或连续反应)有:

- ① CO_2 、 SO_2 、 H_2S 与 NaOH 等溶液的反应。
- ② AlCl_3 溶液与 NaOH 溶液的反应。
- ③ NaAlO_2 溶液与盐酸的反应。
- ④ HCl 、 MgCl_2 、 AlCl_3 混合溶液中滴加 NaOH 溶液。

⑤ 足量的 Cu 与一定量的浓硝酸反应。

⑥ 铁与硝酸的反应。

⑦ AgNO_3 溶液与氨水的反应。

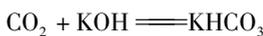
⑧ H_3PO_4 与 NaOH 等的反应。

⑨ FeBr_2 跟 Cl_2 的反应。

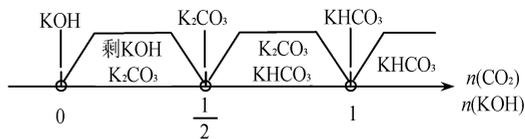
⑩ NaOH 、 Na_2CO_3 混合溶液中滴加盐酸等等。

(2) 对于量变质变反应(或连续反应)的分析,可找出“界点”、巧用表格或借助数轴来解决疑难。如:

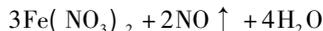
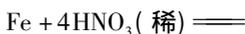
① CO_2 与 KOH 溶液的反应



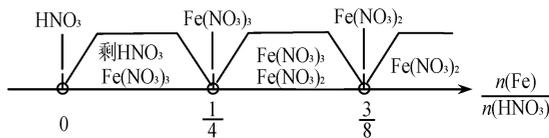
$\frac{n(\text{CO}_2)}{n(\text{KOH})}$	$0 \sim \frac{1}{2}$	$= \frac{1}{2}$	$\frac{1}{2} \sim 1$	$= 1$	> 1
产物	剩 KOH K_2CO_3	K_2CO_3	K_2CO_3 KHCO_3	KHCO_3	KHCO_3



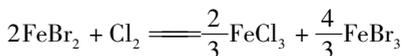
② 铁与稀硝酸的反应



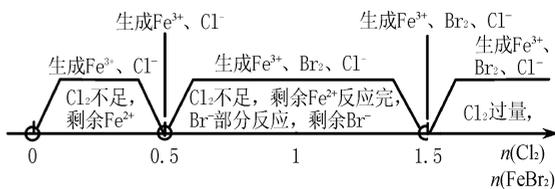
$\frac{n(\text{Fe})}{n(\text{HNO}_3)}$	$0 \sim \frac{1}{4}$	$= \frac{1}{4}$	$\frac{1}{4} \sim \frac{3}{8}$	$= \frac{3}{8}$	$> \frac{3}{8}$
产物	剩 HNO_3 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$



③ FeBr_2 跟 Cl_2 的反应



$\frac{n(\text{Cl}_2)}{n(\text{FeBr}_2)}$	$0 \sim \frac{1}{2}$	$= \frac{1}{2}$	$\frac{1}{2} \sim \frac{3}{2}$	$= \frac{3}{2}$	$> \frac{3}{2}$
产物	剩 Fe^{2+} 、 Br^- 、 Fe^{3+} 、 Cl^-	剩 Br^- 、 Fe^{3+} 、 Cl^-	剩 Br^- 、 Fe^{3+} 、 Br_2 、 Cl^-	Fe^{3+} 、 Br_2 、 Cl^-	Fe^{3+} 、 Br_2 、 Cl^-



(3) NaHCO_3 、 NaHS 溶液显碱性,原因是 HCO_3^- 、 HS^- 的水解程度大于其电离程度; NaHSO_3 溶液显酸性,原因是 HSO_3^- 的水解程度小于其电离程度。

(收稿日期: 2017-01-10)