

# 目 录

|                                |       |
|--------------------------------|-------|
| 第一部分 基本概念 .....                | (1)   |
| 专题一 质量守恒定律 阿伏加德罗常数 .....       | (1)   |
| 专题二 离子反应 离子方程式 .....           | (4)   |
| 专题三 溶液中粒子浓度大小的比较 .....         | (7)   |
| 专题四 氧化还原反应 .....               | (10)  |
| 专题五 化学反应及其能量变化 .....           | (14)  |
| 第一部分复习效果检测 .....               | (18)  |
| 第二部分 基本理论 .....                | (21)  |
| 专题六 元素周期律和周期表 .....            | (21)  |
| 专题七 物质结构 .....                 | (24)  |
| 专题八 化学反应速率与化学平衡 .....          | (27)  |
| 专题九 强弱电解质 溶液的 pH .....         | (31)  |
| 专题十 盐类水解的原理及其应用 .....          | (34)  |
| 专题十一 电化学及分散系 .....             | (38)  |
| 第二部分复习效果检测 .....               | (42)  |
| 第三部分 元素化合物知识 .....             | (45)  |
| 专题十二 卤素 硫 .....                | (45)  |
| 专题十三 氮、磷、碳、硅 .....             | (48)  |
| 专题十四 金属知识规律 .....              | (52)  |
| 专题十五 无机物框图题的解题策略 .....         | (55)  |
| 第三部分复习效果检测 .....               | (60)  |
| 第四部分 有机化学知识 .....              | (63)  |
| 专题十六 同系物 同分异构体 .....           | (63)  |
| 专题十七 有机物之间的衍变关系 .....          | (66)  |
| 专题十八 有机物的性质、推断、鉴别及合成 (1) ..... | (69)  |
| 有机物的性质、推断、鉴别及合成 (2) .....      | (73)  |
| 有机物的性质、推断、鉴别及合成 (3) .....      | (76)  |
| 有机物的性质、推断、鉴别及合成 (4) .....      | (80)  |
| 专题十九 糖类 油脂 蛋白质 合成材料 (1) .....  | (83)  |
| 糖类 油脂 蛋白质 合成材料 (2) .....       | (87)  |
| 专题二十 有机物分子式和结构式的确定 .....       | (90)  |
| 第四部分复习效果检测 .....               | (94)  |
| 第五部分 化学实验 .....                | (97)  |
| 专题二十一 化学实验基础知识和基本操作 .....      | (97)  |
| 专题二十二 物质的制备 .....              | (100) |
| 专题二十三 物质的分离、提纯和鉴别 .....        | (104) |
| 专题二十四 化学实验方案的设计与评价 .....       | (107) |
| 第五部分复习效果检测 .....               | (111) |
| 第六部分 化学计算 .....                | (115) |
| 专题二十五 化学计算 (1) .....           | (115) |
| 化学计算 (2) .....                 | (118) |
| 第六部分复习效果检测 .....               | (121) |
| 答案与点拨 .....                    | (124) |

# 第一部分 基本概念

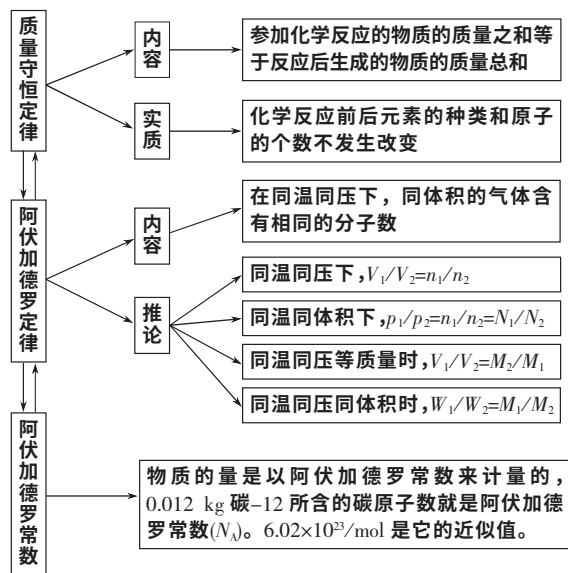
## 专题一 质量守恒定律 阿伏加德罗常数

### 考纲导向

1. 理解质量守恒定律的含义。
2. 理解物质的量浓度 ( $\text{mol/L}$ )、阿伏加德罗常数的含义。掌握物质的量与粒子 (原子、分子、离子等) 数目、气体体积 (标准状况下) 之间的相互关系。

### 考点聚焦

#### 知能图谱



#### 重点难点

- (1) 理解质量守恒定律的含义及其应用。
- (2) 辨析阿伏加德罗定律与阿伏加德罗常数的区别和联系。
- (3) 理解阿伏加德罗常数的含义, 掌握有关阿伏加德罗常数的判断、计算等。

#### 热点冷点

- (1) 混合气体问题中阿伏加德罗定律的应用。
- (2) 理想气体状态方程  $pV = nRT$  的应用。
- (3) 阿伏加德罗常数的单位  $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$ 。

### 原创与经典

**例 1** (1995·全国) 在反应  $X + 2Y \rightleftharpoons R + 2M$  中, 已知 R、M 的摩尔质量之比为 22:9。当 1.6 g X 与 Y 完全反应后, 生成 4.4 g R, 则在此反应中 Y、M 的质量之比为 ( )

A 16:9 B 23:9 C 32:9 D 46:9

**互动** 为便于计算, 我们做如下变通: 设 R、M 的摩尔质量各为 44 g/mol、18 g/mol, 4.4 g R 相当于 0.1 mol R, 由  $X + 2Y \rightleftharpoons R + 2M$  知 M 的质量为  $0.2 \text{ g} \times 18 = 3.6 \text{ g}$ , 根据质量守恒定律知 参加反应的 Y 的质量为  $4.4 \text{ g} + 3.6 \text{ g} - 1.6 \text{ g} = 6.4 \text{ g}$ , 故 Y、M 的质量比为  $6.4:3.6 = 16:9$ , 选 A。

答案 A

**例 2** 碳酸铜和碱式碳酸铜  $[\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3]$  均能溶于盐酸, 转化为氯化铜。在高温下这两种化合物均能分解生成氧化铜, 溶解 28.4 g 上述混合物恰好消耗 1 mol/L 盐酸 500 mL, 灼烧等量的上述混合物, 得到的氧化铜质量是 ( )

A. 35 g B. 30 g C. 20 g D. 15 g

**互动** 审题时增强思维的灵活性, 通过审题达到化繁为简、弃劣扬优、推陈出新、优化解题思路、解题过程, 启迪心智、拓展思维。本题若从元素守恒的角度, 可以一步得解:

$$n(\text{CuO}) = n(\text{Cu}^{2+}) = n(\text{Cl}^-)/2 = n(\text{HCl})/2 = 0.25 \text{ mol},$$

$$m(\text{CuO}) = 20 \text{ g}.$$

答案 C

**小结** 质量守恒是化学反应必须遵循的基本原则。化学反应不计其数, 但若能以不变应万变, 便能化繁为简。而运用质量守恒定律是常用的巧思妙解方法之一。

**例 3** (2003·上海) 以  $N_A$  表示阿伏加德罗常数, 下列说法中正确的是 ( )

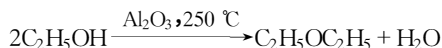
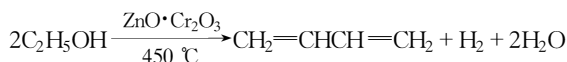
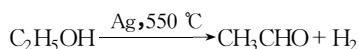
- 53 g 碳酸钠中含  $N_A$  个  $\text{CO}_3^{2-}$
- 0.1 mol  $\text{OH}^-$  含  $N_A$  个电子
- 1.8 g 重水 ( $\text{D}_2\text{O}$ ) 中含  $N_A$  个中子
- 标准状况下 11.2 L 臭氧中含  $N_A$  个氧原子

**互动** 53 g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  物质的量为 0.5 mol, 应含有  $0.5N_A$  个  $\text{CO}_3^{2-}$ , 0.1 mol  $\text{OH}^-$  含有  $0.1 \text{ mol} \times 10 = 1 \text{ mol}$  电子, 故含有  $N_A$  个电子, 1.8 g  $\text{D}_2\text{O}$  中含有中子的物质的量为:  $1.8 \text{ g} \div 20 \text{ g/mol} \times 10 = 0.9 \text{ mol}$  (即含  $0.9N_A$  个中子, 标准状况下 11.2 L  $\text{O}_3$  中 O 原子个数为:  $(11.2 \div 22.4) \times 3N_A = 1.5N_A$ 。

答案 B

### 零距离突破

1. 对同样的反应物若使用不同的催化剂, 可得到不同的产物。如:



又知  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  在活性铜催化作用下,可生成  $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$  及其他产物,则其他产物可能为 ( )

A.  $\text{H}_2$       B.  $\text{CO}_2$       C.  $\text{H}_2\text{O}$       D.  $\text{H}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$

2. A、B、C、D 都是含碳、氢、氧的单官能团化合物。A 水解得 B 和 C, B 氧化可以得到 C 或 D, D 氧化也得到 C。若  $M(X)$  表示 X 的摩尔质量,则下列式中正确的是 ( )

A.  $M(A) = M(B) + M(C)$       B.  $2M(D) = M(B) + M(C)$

C.  $M(B) < M(D) < M(C)$       D.  $M(D) < M(B) < M(C)$

3. (2005·江苏省高考综合考试)在一定条件下,1 体积气体  $\text{A}_2$  和 3 体积气体  $\text{B}_2$  完全反应生成了 2 体积气体 X (体积在相同条件下测定),则 X 的化学式是 ( )

A. AB      B.  $\text{A}_2\text{B}_3$       C.  $\text{AB}_2$       D.  $\text{AB}_3$

4. 硝酸铜是制备 Cu—Zn—Al 系催化剂的重要原料。19.2 g 纯铜粉理论上可制得纯净硝酸铜晶体的质量为 ( )

A. 28.2 g      B. 56.4 g      C. 64.2 g      D. 72.6 g

5. 现有 A、B、C 三种化合物,各取 40 g 相混合,完全反应后,得 B 18 g, C 49 g,还有 D 生成。已知 D 的式量为 106。现将 22 g A 和 11 g B 反应,能生成 D ( )

A. 1 mol      B. 0.5 mol  
C. 0.275 mol      D. 0.25 mol

6. 质量为 25.4 g 的 KOH 和  $\text{KHCO}_3$  混合物先在  $250^\circ\text{C}$  加热,冷却后发现混合物质量损失 4.9 g,则原混合物中 KOH 和  $\text{KHCO}_3$  的组成为 ( )

A. 物质的量  $\text{KOH} = \text{KHCO}_3$       B. 物质的量  $\text{KOH} > \text{KHCO}_3$   
C. 物质的量  $\text{KOH} < \text{KHCO}_3$       D. KOH 与  $\text{KHCO}_3$  任意比

7. (2005·浙江等省市理科综合能力测试)已知 Q 与 R 的摩尔质量之比为 9:22,在反应  $\text{X} + 2\text{Y} = 2\text{Q} + \text{R}$  中,当 1.6 g X 与 Y 完全反应后,生成 4.4 g R,则参与反应的 Y 和生成物 Q 的质量比为 ( )

A. 23:9      B. 32:9      C. 46:9      D. 16:9

8. 某温度下,甲、乙两个烧杯中各盛有 100 g 相同浓度的 KCl 溶液,现将甲烧杯中的溶液蒸发掉 35 g  $\text{H}_2\text{O}$ ,析出晶体 5 g;乙烧杯中的溶液蒸发掉 45 g  $\text{H}_2\text{O}$ ,析出晶体 10 g。则原溶液的质量分数为 ( )

A. 10%      B. 15%      C. 20%      D. 25%

9. 某学生在实验室用 CO 还原 CuO 制 Cu 所用 CuO 为 80 g,则预先应准备 CO 的质量应为 ( )

A. 大于 28 g      B. 小于 28 g  
C. 28 g      D. 无法确定

10. 由苯乙烯 (  ) 和 羟基乙酸乙酯

(  ) 组成的混合物中,若碳元素的质量

分数为 70%,则氢元素的质量分数为 ( )

A. 4.6%      B. 7.7%      C. 15.5%      D. 30%

11. (2005·四川等省市理科综合能力测试)在 273 K 和 101 kPa 的条件下,将 2.00 g 氮气、1.40 g 氮气和 1.60 g 氧气混合,该混合气体的体积是 ( )

A. 6.72 L      B. 7.84 L      C. 10.08 L      D. 13.44 L

12. 将 a g Fe、Mg 合金溶解在一定量的稀硝酸中,当合金完全溶解后,收集到标准状况下的 NO 气体 b L (设  $\text{HNO}_3$  的还原产物只有 NO)。再向反应后的溶液中加入足量 NaOH 溶液,得到沉淀物。若用守恒法求沉淀的质量,用到的守恒关系依次是 ( )

A. 质量守恒、电子守恒、电荷守恒

B. 电子守恒、质量守恒、电荷守恒

C. 电子守恒、电荷守恒、质量守恒

D. 电荷守恒、质量守恒、电子守恒

13. 同温同压下,1 体积氮气和 3 体积氢气化合生成 2 体积氨气。已知氮气和氢气都由最简单分子构成,推断它们都是双原子分子和氨的化学式的主要依据是 ( )

①阿伏加德罗定律;②质量守恒定律;③原子或分子数只能为整数;④化合价规则

A. ①③

B. ①②③

C. ①②④

D. ①②③④

14. 镁铝合金 5.1 g 溶于 300 mL 2 mol/L 的 HCl,在标准状况下放出气体的体积为 5.6 L。向反应后的溶液中加入足量氨水,产生沉淀的质量为 ( )

A. 5.1 g      B. 10.2 g      C. 13.6 g      D. 15.3 g

15. 已知 32 g A 和 40 g B 恰好完全生成 m g C 和 9 g D,在相同条件下 30 g B 和 16 g A 反应生成 0.25 mol C,则 C 的摩尔质量为 ( )

A. 92      B. 78      C. 112      D. 126

16. 完全溶解 28.4 g 碳酸铜和氢氧化铜的混合物需要消耗 1 mol/L 的盐酸 500 mL。若灼烧相同质量的上述混合物,能得到氧化铜的质量为 ( )

A. 40 g      B. 30 g      C. 20 g      D. 16 g

17. 用 Pt 电极电解  $\text{CuCl}_2$  溶液,当电流强度为 a A,通电时间为 t min 时,阴极质量增加 w g,阳极生成标况下纯净气体 V L。且以 q C 表示 1 个电子的电量, M 表示铜的相对原子质量。则阿伏加德罗常数可表示为 ( )

A.  $\frac{672at}{Vq}$

B.  $\frac{64at}{Vqw}$

C.  $\frac{60Mat}{wq}$

D. 无法确定

18. 76.8 mg 铜与适量的浓硝酸反应,铜全部作用后,共收集到气体 44.8 mL (标准状况)。反应消耗的  $\text{HNO}_3$  的物质的量可能是 ( )

A.  $2.0 \times 10^{-3}$  mol

B.  $3.2 \times 10^{-3}$  mol

C.  $4.4 \times 10^{-3}$  mol

D.  $4.8 \times 10^{-3}$  mol

19. (2005·上海卷)据报道,科学家已成功合成了少量  $\text{N}_4$ ,有关  $\text{N}_4$  的说法正确的是 ( )

A.  $N_4$  是  $N_2$  的同素异形体

B.  $N_4$  是  $N_2$  的同分异构体

C. 相同质量的  $N_4$  和  $N_2$  所含原子个数比为 1:2

D.  $N_4$  的摩尔质量是 56 g

20.  $N_A$  为阿伏加德罗常数, 下述正确的是 ( )

A. 80 g 硝酸铵含有氮原子数为  $2N_A$

B. 1 L 1 mol/L 的盐酸溶液中, 所含氯化氢分子数为  $N_A$

C. 标准状况下, 11.2 L 四氯化碳所含分子数为  $0.5N_A$

D. 在铜与硫的反应中, 1 mol 铜失去的电子数为  $2N_A$

21. (2005·广东卷)  $N_A$  为阿伏加德罗常数, 下列说法正确的是 ( )

A. 10 g 甲烷所含有的电子数目为  $10 N_A$

B. 常温常压下, 4 g 氦气所含有的中子数目为  $4 N_A$

C. 标准状况下, 22.4 L 单质溴所含有的原子数目为  $2 N_A$

D. 电解食盐水若产生 2 g 氢气, 则转移的电子数目为  $2 N_A$

22. 如果 a g 某气体中含有的分子数为 b, 则 c g 该气体在标准状况下占有的体积应表示为 (式中  $N_A$  为阿伏加德罗常数)

A.  $\frac{22.4bc}{aN_A}$  L

B.  $\frac{22.4ab}{cN_A}$  L

C.  $\frac{22.4ac}{bN_A}$  L

D.  $\frac{22.4b}{acN_A}$  L

23. (2005·上海卷) 设阿伏加德常数为  $N_A$ 。则下列说法正确的是 ( )

A. 常温常压下, 11.2 L 甲烷中含有的氢原子数为  $2 N_A$

B. 标准状况下, 0.3 mol 二氧化硫中含有氧原子数为  $0.3 N_A$

C. 常温下, 2.7 g 铝与足量的盐酸反应, 失去的电子数为  $0.3 N_A$

D. 常温下, 1 L 0.1 mol/L  $MgCl_2$  溶液中含  $Mg^{2+}$  数为  $0.2 N_A$

24. 用  $N_A$  表示阿伏加德罗常数, 下列叙述中正确的是 ( )

A. 12 g 的金刚石晶体中含有碳碳键的数目为  $4N_A$

B. 46 g 四氧化二氮含有的原子总数一定为  $3N_A$

C. 500 mL 1.0 mol/L 的乙酸溶液中含有的  $H^+$  数为  $0.5N_A$

D. 1 mol  $FeCl_3$  制成胶体, 所得胶体的粒子数为  $N_A$

25. 在充有氩气压强为 101 kPa 的密闭容器中装有  $HgO$  和 2.3 g 金属钠, 将其加热至 500 K, 使其充分反应, 再冷却至室温, 若容器内的气体成分未变, 那么装入容器中的  $HgO$  不可能是 ( )

A. 28.06 g

B. 21.66 g

C. 10.83 g

D. 1.60 g

26. A、B、C 三种物质各 15 g, 发生如下反应:  $A + B + C \rightarrow D$  反应后生成 D 的质量为 30 g。然后在残留物中加入 10 g A, 反应又继续进行, 待反应再次停止, 反应物中只剩余 C, 则下列说法正确的是 ( )

A. 第一次反应停止时, 剩余 B 9 g

B. 第一次反应停止时, 剩余 C 6 g

C. 反应中 A 和 C 的质量比是 5:3

D. 第二次反应后, C 剩余 5 g

27. X 射线衍射仪测定出离子化合物中离子间的间隔, 进而测出阿伏加德罗常数。已知: X 射线衍射仪测出的  $NaCl$  晶体中相邻  $Na^+$  和  $Cl^-$  的间距为  $2.819 \times 10^{-8}$  cm。相对原子质量:  $Na-22.99$   $Cl-35.5$ 。

为了测定阿伏加德罗常数, 某同学做了下列实验: 用分析天平称取研细的一定质量的  $NaCl$  固体, 装入 25 mL 容量瓶中, 然后用滴定管向质量瓶中滴加苯, 并不断振荡, 使苯和  $NaCl$  晶体充分混匀, 加至刻度。其实验数据记于下表:

| 实验序号 | $W_{NaCl}$ (g) | 消耗苯 ( $cm^3$ ) | $V_{NaCl}$ | $N_A$ |
|------|----------------|----------------|------------|-------|
| ①    | 5.879 3        | 22.27          |            |       |
| ②    | 9.456 6        | 20.67          |            |       |

请根据实验数据填两次中完成的空格 (阿伏加德罗常数  $N_A$  项只要求写出计算表达式。)

28. 已知 A、B 两种气体在一定条件下可发生反应:  $2A + B \rightarrow C + 3D + 4E$ 。现将相对分子质量为  $M$  的 A 气体  $m$  g 和足量 B 气体充入一密闭容器中恰好完全反应后, 有少量液滴生成。在相同温度下测得反应前后压强分别为  $6.06 \times 10^5$  Pa 和  $1.01 \times 10^6$  Pa, 又测得反应共放出  $Q$  kJ 热量。试根据上述实验数据写出该反应的热化学方程式。

29. 化合物 A 是一种不稳定的物质, 它的分子组成可用  $O_xF_y$  表示。10 mL A 气体能分解生成 15 mL  $O_2$  和 10 mL  $F_2$  (同温同压)。

(i) A 的化学式是 \_\_\_\_\_, 推断理由是 \_\_\_\_\_;

(ii) 已知 A 分子中  $x$  个氧原子呈  $\cdots O-O-O \cdots$  链状排列, 则 A 分子的电子式是 \_\_\_\_\_, A 分子的结构式是 \_\_\_\_\_。

30. 2 mol 丁烷气体与一定量氧气共储于一固定体积的容器中, 压强为 7 kPa, 点火燃烧后回到室温, 容器只存在一定量的水 (其体积可以忽略不计) 和  $CO$ 、 $CO_2$  两种气体, 总压强为 4 kPa。求:

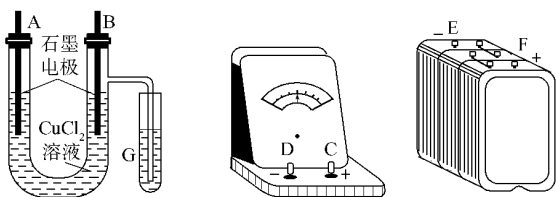
(i) 生成水的质量;

(ii) 反应前氧气的物质的量;

(iii) 反应后气体中  $CO_2$  和  $CO$  的物质的量。

31. 用电解法根据电极上析出物质的质量来验证阿伏加德罗常数, 其实验方案的要点为:

①用直流电解氯化铜溶液, 所用仪器如下图所示。



②在电流强度为  $I$  A (安), 通电时间为  $t$  s 后, 精确测得某电极上析出的铜的质量为  $m$  g。

试回答:

(1) 连接这些仪器的正确顺序为 (用图中标注仪器接线柱的英文字母表示, 下同) E 接 \_\_\_\_\_, C 接 \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ 接 F。实验线路中的电流方向为 \_\_\_\_\_  $\rightarrow$  \_\_\_\_\_  $\rightarrow$  \_\_\_\_\_  $\rightarrow$  C  $\rightarrow$  \_\_\_\_\_  $\rightarrow$  \_\_\_\_\_。

(2) 写出 B 电极上发生反应的离子方程式: \_\_\_\_\_。

G 试管中淀粉 KI 溶液变化的现象为 \_\_\_\_\_  
相应的离子方程式是 \_\_\_\_\_。

(3) 为精确测定电极上析出铜的质量, 所必需的实验步骤的先后顺序应是 \_\_\_\_\_。

- ①称量电解前电极质量;
- ②刮下电解后电极上的铜并清洗;
- ③用蒸馏水清洗电解后电极;
- ④低温烘干电极后称量;
- ⑤低温烘干刮下的铜后称量;
- ⑥再次低温烘干后称量至恒重。

(4) 已知电子的电量为  $1.6 \times 10^{-19}$  C。试列出阿伏加德罗常数的计算表达式:

$N_A =$  \_\_\_\_\_。

## 专题二 离子反应 离子方程式

### 考纲导向

1. 理解离子反应的本质。
2. 掌握离子方程式的书写方法, 掌握判断离子方程式的正误的方法。

### 考点聚焦

#### 知能图谱

|      |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 离子反应 | { | 概念 有离子参加的反应叫离子反应。                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|      |   | 本质 溶液中某些离子能相互作用, 使这些离子的浓度减小。                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|      | { | 发生条件                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|      |   | <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 生成难溶性物质;</li> <li>(2) 生成难电离的物质 (弱电解质);</li> <li>(3) 生成挥发性物质 (气体);</li> <li>(4) 能发生氧化还原反应 (氧化剂的氧化性强于氧化产物, 或还原剂的还原性强于还原产物);</li> <li>(5) 能发生其他反应, 如 <math>\text{Fe}^{3+}</math> 与 <math>\text{SCN}^-</math> 结合成难电离的 <math>\text{FeSCN}^{2+}</math> 离子。</li> </ol> |

|       |                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                             |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 离子方程式 | {                                                                                                                                                        | 概念 用实际参加反应的离子的符号表示离子反应的式子。                                                                                                                                  |
|       |                                                                                                                                                          | 书写方法                                                                                                                                                        |
|       |                                                                                                                                                          | <ol style="list-style-type: none"> <li>写 写出正确的化学方程式;</li> <li>拆 把易溶强电解质的化学式改写成离子符号;</li> <li>删 把没有参加反应的离子从方程式两边删去;</li> <li>查 检查方程式两边原子及电荷数是否相等。</li> </ol> |
|       |                                                                                                                                                          | 书写原则                                                                                                                                                        |
| {     | <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 可溶性强电解质写成离子, 非电解质、难溶物等写成化学式;</li> <li>(2) 电解质固体或纯液体之间反应, 不写离子方程式;</li> <li>(3) 氧化物作为反应物和生成物均写成化学式。</li> </ol> |                                                                                                                                                             |
|       | 意义 不仅表示一定物质间的特定反应, 还能表示同一类反应。                                                                                                                            |                                                                                                                                                             |

### 重点难点

离子方程式的正误判断 ①符合反应事实, 如反应物相对量的关系、滴加顺序的不同等; ②符合三个守恒关系 (原子守恒、电荷守恒、电子守恒)。

### 热点冷点

(1) 溶液导电与金属导电的本质区别。溶液导电能力的强弱比较。

(2) 书写离子方程式时需注意 浓硫酸在离子方程式中保留化学式。微溶物的处理。

### 原创与经典

【例 1】下列物质中, 导电性能最差的是 ( )

- A. 熔融的氢氧化钠      B. 石墨棒  
C. 盐酸溶液      D. 固体氯化钾

互动 考查电解质概念、电解质与导电性的关系。理解层次 中下难度。了解导电的条件和电解质导电的原因, 从而可以确定固体氯化钾不导电, 当然导电性最差。

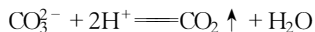
答案 D

【例 2】(2004·理综春季卷) 下列离子方程式中, 正确的是 ( )

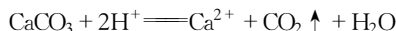
A. 硫酸亚铁溶液与过氧化氢溶液混合:



B. 小苏打溶液与稀硫酸混合:



C. 大理石溶解于醋酸:



D. 明矾溶液加热水解生成沉淀:



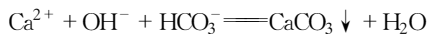
互动 A 选项符合反应事实, 即  $\text{Fe}^{2+}$  能被过氧化氢氧化成  $\text{Fe}^{3+}$ , 但离子方程式不满足电荷守恒; B 选项中小苏打为  $\text{NaHCO}_3$ , 其溶液中阴离子主要为  $\text{HCO}_3^-$ , 应为  $\text{HCO}_3^-$  与  $\text{H}^+$  反应; C 选项中弱电解质醋酸在离子方程式中应保留化学式; 只有 D 选项正确。

答案 D

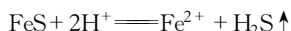
【例 3】(2002·上海) 下列离子方程式书写正确的是 ( )

A.  $\text{FeCl}_2$  溶液中通入  $\text{Cl}_2$ :  $\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = \text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$

B. 澄清石灰水与少量小苏打溶液混合:



C. FeS 固体放入稀硝酸溶液中：



D.  $\text{AlCl}_3$  溶液中加入过量氨水：



**互动** A 选项电荷不守恒；C 选项没有考虑到硝酸的氧化性，产物有误；D 选项因氨水是弱碱，在离子方程式中应写化学式，而且  $\text{Al}(\text{OH})_3$  不溶于弱碱，产物有误。正确的应该是： $\text{Al}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$ ；选项 B 的正误判断较困难，通过排除法也可得正确答案。

**答案** B

**小结** 判断离子方程式正误的一般方法为：先判断该反应是否符合反应事实；然后检查离子方程式是否符合三个守恒关系，即原子守恒、电荷守恒，若是氧化还原反应还需判断是否满足电子守恒。

## 零距离突破

1. (2005·江苏省高考综合考试) 能用离子方程式  $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$  表示的反应是 ( )

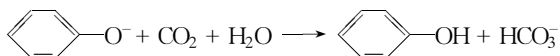
- A. 稀醋酸和稀氨水反应
- B. 稀硫酸和烧碱溶液反应
- C. 稀盐酸和氢氧化铜反应
- D. 稀硫酸和氢氧化钡溶液反应

2. 下列离子方程式书写正确的是 ( )

A. 向碳酸氢镁溶液中加入过量的澄清石灰水：



B. 向苯酚钠溶液中通入  $\text{CO}_2$ ：



C. 碳酸钡溶于醋酸：



D. 将氢碘酸加到  $\text{FeCl}_3$  溶液中： $\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \longrightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$

3. 下列反应能使溶液导电性显著减弱的是 ( )

- A.  $\text{NaCl}$  溶液中滴加  $\text{AgNO}_3$  溶液
- B.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液中滴加盐酸
- C.  $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液中滴加氨水
- D.  $\text{CuSO}_4$  溶液中滴加  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液

4. 向下列溶液滴加稀硫酸，生成白色沉淀，继续滴加稀硫酸，沉淀又溶解的是 ( )

- A.  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$     B.  $\text{BaCl}_2$     C.  $\text{FeCl}_3$     D.  $\text{NaAlO}_2$

5. 下列 A~D 四组，每组有两个反应，其中两个反应可用同一个离子方程式表示的是 ( )

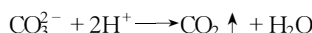
|   | (I)                                                   | (II)                                                  |
|---|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| A | 少量 $\text{SO}_2$ 通入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液       | 多量 $\text{SO}_2$ 通入少量 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液     |
| B | 少量 $\text{NaOH}$ 溶液滴入 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液 | 少量 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液滴入 $\text{NaOH}$ 溶液 |

续表

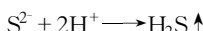
|   | (I)                                                     | (II)                                                      |
|---|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| C | 0.1 mol $\text{Cl}_2$ 通入含 0.2 mol $\text{FeBr}_2$ 的溶液   | 0.3 mol $\text{Cl}_2$ 通入含 0.2 mol $\text{FeBr}_2$ 的溶液中    |
| D | 多量 $\text{BaCl}_2$ 溶液与少量 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 溶液相混合 | 少量 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液与过量 $\text{MgSO}_4$ 溶液相混合 |

6. (2005·上海卷) 下列离子方程式正确的是 ( )

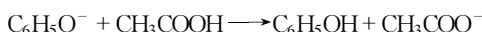
A. 碳酸氢钠溶液中加入盐酸：



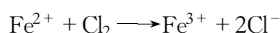
B. 硫化亚铁与盐酸反应：



C. 苯酚钠溶于醋酸溶液：



D. 氯化亚铁溶液中通入少量氯气：



7. (2005·浙江等省市理科综合能力测试) 在  $\text{pH} = 1$  的溶液中，可以大量共存的离子是 ( )

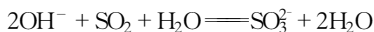
- A.  $\text{Na}^+$      $\text{K}^+$      $\text{HCO}_3^-$      $\text{Cl}^-$
- B.  $\text{NH}_4^+$      $\text{Mg}^{2+}$      $\text{SO}_4^{2-}$      $\text{Cl}^-$
- C.  $\text{K}^+$      $\text{Na}^+$      $\text{SO}_4^{2-}$      $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$
- D.  $\text{K}^+$      $\text{Na}^+$      $\text{AlO}_2^-$      $\text{NO}_3^-$

8. 下列反应属于氧化还原反应，且离子方程式正确的是 ( )

A. 金属钾与硫酸铜溶液反应： $2\text{K} + \text{Cu}^{2+} \longrightarrow \text{Cu} + 2\text{K}^+$

B. 氯气与水反应： $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{ClO}^-$

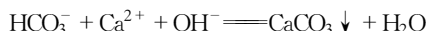
C. 氢氧化钠溶液吸收二氧化硫：



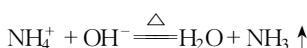
D. 铁粉加入硫酸铁溶液中： $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} \longrightarrow 3\text{Fe}^{2+}$

9. (2005·江苏卷) 下列离子方程式正确的是 ( )

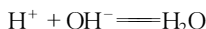
A. 碳酸氢钠溶液与少量石灰水反应：



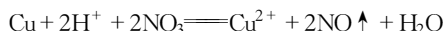
B. 氯化铵与氢氧化钠两种浓溶液混合加热：



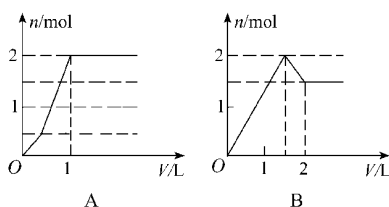
C. 氢氧化镁与稀硫酸反应：

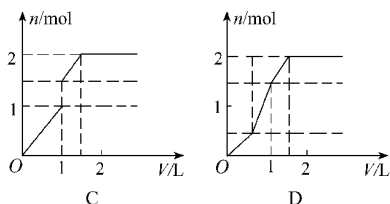


D. 单质铜与稀硝酸反应：



10. 向含 1 mol  $\text{HCl}$  和 1 mol  $\text{MgSO}_4$  的混合溶液中加入 1 mol/L  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液，产生沉淀的物质的量 ( $n$ ) 与加入  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液体积 ( $V$ ) 间的关系图正确的是 ( )





11. (2005·四川等省市理科综合能力测试) 能正确表示下列反应的离子方程式是 ( )

A. 甲酸钠溶液和盐酸反应  $\text{HCOO}^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{HCOOH}$   
 B. 硫化钠的第一步水解  $\text{S}^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} + 2\text{OH}^-$   
 C. 醋酸钡溶液和硫酸反应  $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow$   
 D. 氢氧化钙溶液和碳酸氢镁反应:  
 $\text{Ca}^{2+} + \text{OH}^- + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

12. 下列反应的离子方程式正确的是 ( )

A. 次氯酸钙溶液中通入过量的二氧化碳:  
 $\text{Ca}^{2+} + 2\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{HClO}$   
 B. 硫酸亚铁溶液中加入过氧化氢溶液:  
 $\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}_2 + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$   
 C. 用氨水吸收少量二氧化硫:  
 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{HSO}_3^-$   
 D. 硝酸铁溶液中加入过量氨水:  
 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$

13. (2005·广东卷) 下列反应离子方程式正确的是 ( )

A. 向氯化铝溶液中加入过量氢氧化钠溶液:  
 $\text{Al}^{3+} + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$   
 B. 向苯酚钠溶液中通入二氧化碳:  
 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^- \rightleftharpoons 2\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{CO}_3^{2-}$   
 C. 向小苏打溶液中加入醋酸溶液:  
 $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$   
 D. 向溴化亚铁溶液中通入过量氯气:  
 $\text{Fe}^{2+} + 2\text{Br}^- + 2\text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + \text{Br}_2 + 4\text{Cl}^-$

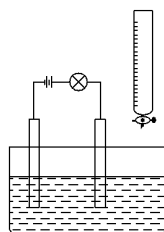
14. 要使  $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$  等各离子逐一从溶液中沉淀析出, 下列所选择的试剂及加入试剂的顺序正确的是 ( )

A.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{HCl}$ 、 $\text{NaOH}$ 、 $\text{CO}_2$   
 B.  $\text{NaCl}$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{HCl}$   
 C.  $\text{NaCl}$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{NaOH}$ 、 $\text{CO}_2$   
 D.  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{NaCl}$ 、 $\text{NaOH}$ 、 $\text{HCl}$

15. 下列离子方程式中正确的是 ( )

A. 在  $\text{FeCl}_3$  溶液中加入过量氨水:  
 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$   
 B. 在硫酸铜溶液中加入过量的  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ :  
 $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow$   
 C. 在澄清石灰水中通入过量  $\text{CO}_2$ :  
 $\text{CO}_2 + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-$   
 D. 在碳酸氢钙溶液中加入过量  $\text{NaOH}$  溶液:  
 $\text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

16. 在电解质溶液的导电性装置 (如右图所示) 中, 若向某一电解质溶液中逐滴加入另一溶液时, 则灯泡由亮变暗, 至熄灭后又逐渐变亮的是 ( )



A. 盐酸中逐滴加入食盐溶液  
 B. 氢硫酸中逐滴加入氢氧化钠溶液  
 C. 硫酸中逐滴加入氢氧化钡溶液  
 D. 醋酸中逐滴加入氨水

17. (2005·广东卷) 下列各组离子一定能大量共存的是 ( )

A. 在含大量  $\text{Fe}^{3+}$  的溶液中:  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SCN}^-$   
 B. 在强碱溶液中:  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{AlO}_2^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$   
 C. 在  $c(\text{H}^+) = 10^{-13} \text{ mol/L}$  的溶液中:  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$   
 D. 在  $\text{pH} = 1$  的溶液中:  $\text{K}^+$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$

18. 下列离子组 ①  $\text{Al}^{3+}$  与  $\text{OH}^-$  ②  $\text{AlO}_2^-$  与  $\text{H}^+$  ③  $\text{CO}_3^{2-}$  与  $\text{H}^+$  ④  $\text{Fe}^{3+}$  与  $\text{S}^{2-}$ 。不用其他任何试剂, 只要相互滴加就能鉴别的是 ( )

A. ①② B. ①③ C. ①②③ D. ①②③④

19. 实验室有  $\text{NaI}$ 、 $\text{Na}_3\text{PO}_4$ 、 $\text{NaNO}_3$  因失落标签, 在——加以鉴别时, 应选用的试剂组是 ( )

A.  $\text{AgNO}_3$  溶液, 稀硝酸 B.  $\text{AgNO}_3$  溶液、稀硫酸  
 C.  $\text{AgNO}_3$  溶液, 浓硝酸 D.  $\text{AgNO}_3$  溶液

20. 醋酸铅  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$  是一种易溶于水的盐类, 实验测得其水溶液的导电性很弱。实验室常利用湿润的醋酸铅试纸检验  $\text{H}_2\text{S}$  气体, 是利用醋酸铅与氢硫酸反应生成深黑色的  $\text{PbS}$  沉淀。该反应属于离子互换反应, 它的离子方程式书写形式符合规定的是 ( )

A.  $\text{Pb}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightleftharpoons \text{PbS} \downarrow$   
 B.  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} + \text{S}^{2-} \rightleftharpoons \text{PbS} \downarrow + 2\text{CH}_3\text{COO}^-$   
 C.  $\text{Pb}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{PbS} \downarrow + 2\text{H}^+$   
 D.  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{PbS} \downarrow + 2\text{CH}_3\text{COOH}$

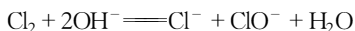
21. 下列反应的离子方程式书写正确的是 ( )

A. 向饱和碳酸氢钙溶液中加入饱和氢氧化钙溶液:  
 $\text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$   
 B. 金属铝溶于氢氧化钠溶液:  
 $\text{Al} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{AlO}_2^- + \text{H}_2 \uparrow$   
 C. 用氢氧化钠溶液吸收少量二氧化碳:  
 $2\text{OH}^- + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$   
 D.  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  的酸性溶液中通入足量硫化氢:  
 $\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{S} \downarrow + 2\text{H}^+$

22. 下列反应的离子方程式正确的是 ( )

A. 铁和稀硝酸反应:  $\text{Fe} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$   
 B. 氯化铁溶液滴入沸水:  
 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{H}^+$   
 C. 惰性电极电解饱和食盐水:  
 $2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$

D. 氯气通入烧碱溶液：



23. 现有以下物质：①NaCl 晶体；②液态  $\text{SO}_3$ ；③液态醋酸；④汞；⑤ $\text{BaSO}_4$  固体；⑥纯蔗糖；⑦酒精；⑧熔化的  $\text{KNO}_3$ 。请回答下列问题(用序号)。

- (1) 以上物质中能导电的是\_\_\_\_\_；
- (2) 以上物质中属于电解质的是\_\_\_\_\_；
- (3) 以上物质属于非电解质的是\_\_\_\_\_；
- (4) 以上物质溶于水后形成的水溶液能导电的是\_\_\_\_\_。

24. 小苏打的成分是  $\text{NaHCO}_3$ ，胃舒平中含有难溶性的  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ，它们都是治疗胃酸过多的药物。写出有关的离子反应方程式：\_\_\_\_\_。胃穿孔患者当胃酸过多时，医生则禁止其服用小苏打，其原因是\_\_\_\_\_。

25. 已知四种物质在水中、液氨中的溶解度(g 溶质/100 g 溶剂)如下表：

| 溶质<br>溶剂 | $\text{AgNO}_3$ | $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ | $\text{AgCl}$        | $\text{BaCl}_2$ |
|----------|-----------------|----------------------------|----------------------|-----------------|
| 水        | 170             | 9.3                        | $1.5 \times 10^{-4}$ | 33.3            |
| 液氨       | 86              | 97.2                       | 0.8                  | 0               |

(1) 分别是  $1.0 \text{ mol/L}$  的  $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{NO}_3^-$  和  $\text{Cl}^-$  在水中发生反应的离子方程式是\_\_\_\_\_；

(2) 分别是  $0.50 \text{ mol/L}$  的以上四种离子在液氨中发生反应的离子方程式是\_\_\_\_\_；

(3) 得出以上结论的依据是\_\_\_\_\_；

(4) 将以上四种离子按适当浓度混合于液氨之中，能否有  $\text{AgCl}$  沉淀析出？答：\_\_\_\_\_(“能”或“否”)。

26. (1) 向  $\text{NaHSO}_4$  溶液中，逐滴加入  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液至中性，请写出发生反应的离子方程式：\_\_\_\_\_；

(2) 在以上中性溶液中，继续滴加  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液。请写出此步反应的离子方程式：\_\_\_\_\_。

27. 已知还原能力： $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{Br}^-$ ，则：

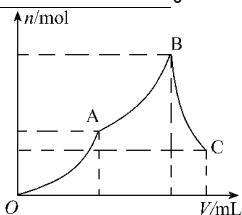
(1) 少量  $\text{Cl}_2$  通入  $\text{FeI}_2(\text{aq})$  中，反应的离子方程式是\_\_\_\_\_；

(2) 过量  $\text{Cl}_2$  通入  $\text{FeI}_2(\text{aq})$  中，反应的离子方程式是\_\_\_\_\_；

(3) 将  $1.2 \text{ mol Cl}_2$  通入含有  $\text{FeI}_2 1.0 \text{ mol}$  的水溶液中，反应的离子方程式是\_\_\_\_\_。

28. 向  $100 \text{ mL } 3 \text{ mol/L}$  的硫酸铝铵  $[\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2]$  溶液中逐滴加入  $1 \text{ mol/L}$  的  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液。

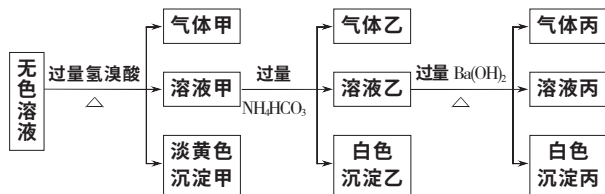
(1) 写出刚好出现沉淀总物质的量为最大值时的离子方程式



\_\_\_\_\_；

(2) 随着  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  的体积  $V$  的变化，沉淀总物质的量  $n$  的变化如图所示。求出 B 点和 C 点所对应的  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液的体积  $B$  \_\_\_\_\_， $C$  \_\_\_\_\_。

29. 某无色溶液，其中有可能存在的离子如下： $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{AlO}_2^-$ 、 $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 。现取该溶液进行有关实验，实验结果如下所示：



(1) 沉淀甲是\_\_\_\_\_，生成沉淀甲的离子方程式为\_\_\_\_\_；

(2) 沉淀乙是\_\_\_\_\_，由溶液甲生成沉淀乙的离子方程式为\_\_\_\_\_；

(3) 沉淀丙是\_\_\_\_\_，用化学实验来确定其成分，其方法是\_\_\_\_\_；

(4) 气体甲的成分有哪几种可能？答：\_\_\_\_\_；

(5) 综合上述信息，可以肯定存在的离子有\_\_\_\_\_。

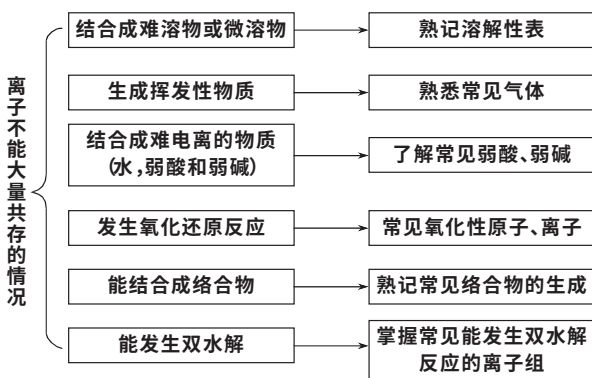
## 专题三 溶液中粒子浓度大小的比较

### 考纲导向

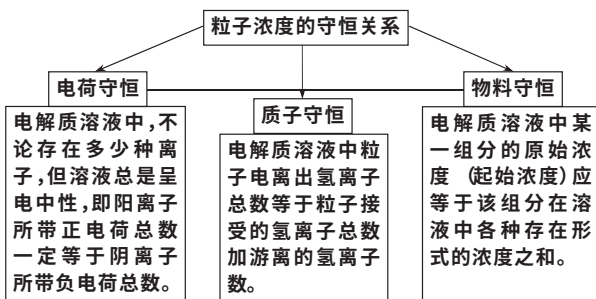
1. 掌握判断离子能否大量共存的规律。
2. 掌握比较电解质溶液中离子浓度大小的方法。

### 考点聚焦

#### 知能图谱







## 重点难点

(1) 判断离子能否大量共存。

(2) 电解质溶液中粒子浓度的各种守恒关系。

(3) 粒子浓度大小的比较:一般根据盐的电离或水解程度确定。对于发生化学反应后的溶液来说,先由浓度、体积确定反应物的物质的量,再根据化学方程式、电离方程式和电离能力(电离度)确定粒子的物质的量。要注意水解、生成弱电解质反应等隐含因素对粒子的量的影响。

## 热点冷点

(1) 离子共存问题中,注意隐含题意的挖掘。

(2) 粒子浓度大小比较时,需注意电离、水解等对粒子浓度的影响。

## 原创与经典

**【例1】** (2003·江苏)若溶液中由水电离产生的  $c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-14} \text{ mol/L}$ ,满足此条件的溶液中一定可以大量共存的离子组是 ( )

- A.  $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$       B.  $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$   
C.  $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{AlO}_2^-$       D.  $\text{K}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$

**互动** 由题意,可知水的电离被抑制了,显然该溶液为强酸性溶液或强碱性溶液。本题的限制条件为“一定可以大量共存”,则 A 选项离子组只能在酸性溶液中大量共存;C 选项离子组只能在碱性溶液中大量共存;D 选项离子组只能在酸性溶液中大量共存。只有 B 选项离子组既可以在酸性溶液又可以在碱性溶液中大量共存。

**答案** B

**小结** 离子共存问题需要充分挖掘题中隐含条件:①溶液无色透明时,则溶液中肯定没有有色离子;②溶液既可能呈酸性也可能呈碱性,比如溶液中由水电离生成的  $c(\text{H}^+) = 10^{-12} \text{ mol/L}$ ,向溶液中加入金属 Al 有氢气放出(如溶液呈酸性,则不可能有  $\text{NO}_3^-$  存在)、能溶解氢氧化铝等;③强碱性溶液中肯定不存在与  $\text{OH}^-$  起反应的离子。④强酸性溶液中肯定不存在与  $\text{H}^+$  起反应的离子。如弱酸根离子不能在酸性溶液中大量存在;再如  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 、 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$  等也只能存在于碱性溶液中,不能与  $\text{H}^+$  大量共存。因为  $\text{NH}_3 + \text{H}^+ = \text{NH}_4^+$ 。酸式弱酸根阴离子既不能在酸性溶液中大量存在,也不能在强碱性溶液中大量存在。

**【例2】** (2003·江苏)将  $0.2 \text{ mol/L}$  HCN 溶液和  $0.1 \text{ mol/L}$  的 NaOH 溶液等体积混合后,溶液显碱性,下列关系式中正确的是 ( )

- A.  $c(\text{HCN}) < c(\text{CN}^-)$   
B.  $c(\text{Na}^+) > c(\text{CN}^-)$   
C.  $c(\text{HCN}) - c(\text{CN}^-) = c(\text{OH}^-)$   
D.  $c(\text{HCN}) + c(\text{CN}^-) = 0.1 \text{ mol/L}$

**互动** 溶液混合时需注意溶液中溶质反应情况。由题意可知,  $0.2 \text{ mol/L}$  HCN 溶液和  $0.1 \text{ mol/L}$  的 NaOH 溶液等体积混合后,得到等浓度的 NaCN 和 HCN 混合溶液。溶液显碱性,可知,  $\text{CN}^-$  的水解程度大于 HCN 的电离程度。由此可推知各粒子浓度大小关系:  $c(\text{HCN}) > c(\text{Na}^+) > c(\text{CN}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ , 根据物料守恒,又有  $c(\text{HCN}) + c(\text{CN}^-) = 0.1 \text{ mol/L}$ 。

**答案** BD

## 零距离突破

1. 三国时代,诸葛亮领兵南征孟获,遇到了“哑泉”,士兵饮后致哑、腹痛,甚至死亡。又有一“安乐泉”饮后可解“哑泉”之毒。1995 年 10 月国内报刊报道,经科研人员研究,“哑泉”水中溶有  $\text{CuSO}_4$ ,“安乐泉”水质偏碱性。下列有关说法符合题意的是 ( )

- ①“哑泉”之毒是由于水中的  $\text{Cu}^{2+}$  使人体中的蛋白质变性;  
②“哑泉”之毒是由于水中的  $\text{SO}_4^{2-}$  使人体中的蛋白质变性;  
③“哑泉”之毒是由于水中的  $\text{Cu}^{2+}$  水解显酸性使人体中的蛋白质变性;  
④“安乐泉”能解“哑泉”之毒的离子方程式为:  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$

A. ①④      B. ②④      C. ③      D. 均不正确

2. 在强酸性溶液中能大量共存并且溶液为无色透明的离子组是 ( )

- A.  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$       B.  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$   
C.  $\text{K}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{NO}_3^-$       D.  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{NO}_3^-$

3. 下列各组离子在指定环境下能大量共存的是 ( )

- A. pH=1 的溶液中  $\text{Na}^+$ 、 $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{MnO}_4^-$   
B. pH=7 的溶液中  $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{HCO}_3^-$   
C. pH>1 的溶液中  $\text{Na}^+$ 、 $\text{AlO}_2^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{K}^+$   
D. pH=0 的溶液中  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{ClO}^-$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$

4. (2005·上海卷)欲使  $0.1 \text{ mol/L}$  的  $\text{NaHCO}_3$  溶液中  $c(\text{H}^+)$ 、 $c(\text{CO}_3^{2-})$ 、 $c(\text{HCO}_3^-)$  都减少,其方法是 ( )

- A. 通入二氧化碳气体      B. 加入氢氧化钠固体  
C. 通入氯化氢气体      D. 加入饱和石灰水溶液

5. 室温下,已知某溶液中由水电离生成的  $\text{H}^+$  和  $\text{OH}^-$  的物质的量浓度的乘积为  $10^{-24}$ ,则在该溶液中,一定不能大量共存的离子是 ( )

- A.  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$       B.  $\text{NH}_4^+$       C.  $\text{NO}_3^-$       D.  $\text{HCO}_3^-$

6. (2005·江苏卷)常温下将稀 NaOH 溶液和稀  $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液混合,不可能出现的结果是 ( )

- A. pH>7,且  $c(\text{OH}^-) > c(\text{Na}^+) > c(\text{H}^+) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$   
B. pH>7,且  $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-)$   
C. pH<7,且  $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{Na}^+) > c(\text{OH}^-)$

- D.  $\text{pH}=7$ , 且  $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{Na}^+) > c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$
7. 等物质的量浓度的下列溶液中,  $c(\text{NH}_4^+)$  最大的是 ( )  
 A.  $\text{NH}_4\text{HSO}_4$  B.  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$   
 C.  $\text{NH}_4\text{Cl}$  D.  $\text{NH}_4\text{NO}_3$
8. 某溶液中含有  $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{CH}_3\text{COO}^-$  等 4 种阴离子。若向其中加入足量的  $\text{Na}_2\text{O}_2$  后, 溶液中离子浓度基本保持不变的是 ( )  
 A.  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  B.  $\text{SO}_3^{2-}$  C.  $\text{CO}_3^{2-}$  D.  $\text{HCO}_3^-$
9. 下列各组离子  
 ①  $\text{I}^-$ 、 $\text{ClO}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{H}^+$  ②  $\text{K}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{OH}^-$   
 ③  $\text{SO}_3^{2-}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{OH}^-$  ④  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$   
 ⑤  $\text{H}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{AlO}_2^-$ 、 $\text{HSO}_3^-$  ⑥  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$   
 在水溶液中能大量共存的是 ( )  
 A. ①和⑥ B. ③和④ C. ②和⑤ D. ①和④
10. 在酸性的无色透明溶液中, 不能大量共存的离子组是 ( )  
 A.  $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Ag}^+$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$  B.  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$   
 C.  $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$  D.  $\text{Zn}^{2+}$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$
11. 下列离子在溶液中因发生氧化还原反应而不能大量共存的是 ( )  
 A.  $\text{H}_3\text{O}^+$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Na}^+$  B.  $\text{Ag}^+$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{K}^+$   
 C.  $\text{K}^+$ 、 $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{OH}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  D.  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Br}^-$ 、 $\text{OH}^-$
12. 常温下, 在由水电离出来的  $c(\text{H}^+) = 10^{-2.5} \text{ mol/L}$  的溶液中, 下列各组离子可大量共存的是 ( )  
 A.  $\text{Ag}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{I}^-$  B.  $\text{AlO}_2^-$ 、 $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{PO}_4^{3-}$ 、 $\text{Na}^+$   
 C.  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Br}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  D.  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{NO}_3^-$
13. (2005·上海卷) 叠氮酸 ( $\text{HN}_3$ ) 与醋酸酸性相似, 下列叙述中错误的是 ( )  
 A.  $\text{HN}_3$  水溶液中微粒浓度大小顺序为:  
 $c(\text{HN}_3) > c(\text{H}^+) > c(\text{N}_3^-) > c(\text{OH}^-)$   
 B.  $\text{HN}_3$  与  $\text{NH}_3$  作用生成的叠氮酸铵是共价化合物  
 C.  $\text{NaN}_3$  水溶液中离子浓度大小顺序为:  
 $c(\text{Na}^+) > c(\text{N}_3^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$   
 D.  $\text{N}_3^-$  与  $\text{CO}_2$  含相等电子数
14. 与金属铝反应只能放出氢气, 且一定能大量共存的离子组是 ( )  
 A.  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{Na}^+$  B.  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$   
 C.  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$  D.  $\text{AlO}_2^-$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{OH}^-$ 、 $\text{Al}^{3+}$
15. 下列各组离子的溶液中, 加入  $\text{FeBr}_2$  晶体时, 有两种离子的浓度能明显减小的是 ( )  
 A.  $\text{K}^+$ 、 $\text{OH}^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$  B.  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ag}^+$ 、 $\text{NO}_3^-$   
 C.  $\text{K}^+$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{S}^{2-}$  D.  $\text{H}^+$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{NO}_3^-$
16. 有五瓶溶液分别是 ① 10 mL 0.60 mol/L  $\text{NaOH}$  水溶液; ② 20 mL 0.50 mol/L 硫酸水溶液; ③ 30 mL 0.40 mol/L  $\text{HCl}$  溶液; ④ 40 mL 0.30 mol/L  $\text{CH}_3\text{COOH}$  水溶液; ⑤ 50 mL 0.20 mol/L 蔗糖水溶液。以上各瓶溶液所含离子、分子总数的大小顺序是 ( )  
 A. ①>②>③>④>⑤ B. ②>①>③>④>⑤
- C. ②>③>④>①>⑤ D. ⑤>④>③>②>①
17. 用物质的量都是 0.1 mol 的  $\text{CH}_3\text{COOH}$  与  $\text{CH}_3\text{COONa}$  配制成 1 L 溶液, 已知其中  $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{Na}^+)$ , 有关该混合液的下列判断正确的是 ( )  
 A.  $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$   
 B.  $c(\text{CH}_3\text{COOH}) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$   
 C.  $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0.2 \text{ mol/L}$   
 D.  $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-) = 0.1 \text{ mol/L}$
18. 将 0.2 mol/L 的  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  溶液与 0.1 mol/L 的  $\text{NaOH}$  溶液等体积混合, 下列有关混合溶液中粒子的浓度关系正确的 ( )  
 A.  $c(\text{NH}_4^+) = c(\text{Na}^+) > c(\text{OH}^-) > c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$   
 B.  $c(\text{NH}_4^+) = c(\text{Na}^+) > c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) > c(\text{OH}^-)$   
 C.  $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{Na}^+) > c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) > c(\text{OH}^-)$   
 D.  $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{NO}_3^-)$
19. 某二元酸的酸式盐  $\text{NaHA}$  的溶液, 其  $\text{pH} < 7$ , 溶液中各离子的浓度关系不正确的是 ( )  
 A.  $c(\text{Na}^+) > c(\text{HA}^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{A}^{2-}) > c(\text{OH}^-)$   
 B.  $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{HA}^-) + 2c(\text{A}^{2-}) + c(\text{OH}^-)$   
 C.  $c(\text{H}^+) + c(\text{A}^{2-}) = c(\text{OH}^-) + 2c(\text{H}_2\text{A})$   
 D.  $c(\text{Na}^+) = c(\text{HA}^-) + c(\text{H}_2\text{A}) + c(\text{A}^{2-})$
20. 在相同温度下, 等体积、等物质的量浓度的 4 种稀溶液:  
 ①  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ②  $\text{H}_2\text{SO}_3$  ③  $\text{NaHSO}_3$  ④  $\text{Na}_2\text{S}$ 。四种溶液中所含带电粒子数由多到少的顺序是 ( )  
 A. ①=④>③=② B. ④=①>③>②  
 C. ①>④>③>② D. ④>①>③>②
21. 已知  $\text{HF}$  的酸性比  $\text{HCN}$  的酸性强。现有物质的量浓度和体积均相同的  $\text{NaF}$  和  $\text{NaCN}$  两种溶液, 已知前者溶液中的离子数目为  $n_1$ , 后者溶液中的离子数目为  $n_2$ 。下列关系正确的是 ( )  
 A.  $n_1 = n_2$  B.  $n_1 > n_2$   
 C.  $n_1 < n_2$  D.  $c(\text{F}^-) < c(\text{CN}^-)$
22. 实验测得常温下 0.1 mol/L 某一元酸 ( $\text{HA}$ ) 溶液的  $\text{pH}$  不等于 1, 0.1 mol/L 某一元碱 ( $\text{BOH}$ ) 溶液里  $c(\text{H}^+)/c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-12}$ , 将这两种溶液等体积混合后, 所得溶液里的各离子的物质的量浓度由大到小的顺序是 ( )  
 A.  $c(\text{B}^+) > c(\text{A}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$   
 B.  $c(\text{A}^-) > c(\text{B}^+) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$   
 C.  $c(\text{B}^+) = c(\text{A}^-) > c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+)$   
 D.  $c(\text{B}^+) > c(\text{A}^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$
23. 某溶液中仅含有  $\text{Na}^+$ 、 $\text{H}^+$ 、 $\text{OH}^-$ 、 $\text{CH}_3\text{COO}^-$  四种离子, 下列说法错误的是 ( )  
 A. 若溶液中部分粒子间满足:  $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) = c(\text{Na}^+)$  则该溶液一定呈中性  
 B. 溶液中四种离子之间不可能满足:  $c(\text{Na}^+) > c(\text{OH}^-) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{H}^+)$   
 C. 若溶液中溶质仅为  $\text{CH}_3\text{COONa}$ , 则粒子间一定满足:

$$c(\text{Na}^+) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$$

D. 若溶液中粒子间满足:  $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{Na}^+) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$ , 则溶液中溶质一定是  $\text{CH}_3\text{COONa}$  和  $\text{CH}_3\text{COOH}$ 。

24. 在  $\text{FeCl}_3$  稀溶液中滴加  $\text{KSCN}$  溶液后呈血红色, 反应的离子方程式是\_\_\_\_\_。若先往  $\text{FeCl}_3$  溶液中加入一些  $\text{NaF}$  溶液, 再滴加  $\text{KSCN}$  溶液, 则不呈血红色, 若再加入足量  $\text{FeCl}_3$  溶液, 又会呈现血红色。对这一现象有三种解释:

- (1)  $\text{F}^-$  能还原  $\text{Fe}^{3+}$ , 使之转化为  $\text{Fe}^{2+}$ ;
- (2)  $\text{F}^-$  能与  $\text{Fe}^{3+}$  结合成难电离的物质;
- (3)  $\text{F}^-$  能与  $\text{SCN}^-$  反应, 消耗了加入溶液中的  $\text{SCN}^-$ 。

对以上三种解释, 你认为错误的是\_\_\_\_\_, 理由是\_\_\_\_\_。

25. 在一元强碱  $\text{MOH}$  溶液中加入一元酸  $\text{HA}$  溶液, 充分反应后, 溶液呈中性。甲同学认为溶液中  $c(\text{A}^-) = c(\text{M}^+)$ , 而乙同学认为  $c(\text{A}^-)$  与  $c(\text{M}^+)$  是否相等, 要看一元酸  $\text{HA}$  是强酸还是弱酸。你认为\_\_\_\_\_同学的说法正确, 理由是\_\_\_\_\_。

26.  $2 \text{ mol/L}$   $50 \text{ mL}$  的盐酸中含苯酚  $9.4 \text{ g}$ , 加入  $4 \text{ mol/L}$   $50 \text{ mL}$  氢氧化钠溶液后 (若混合后溶液体积为  $100 \text{ mL}$ ), 则溶液中离子浓度的大小顺序是\_\_\_\_\_。

27. 某无色溶液中可能含有  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Ag}^+$ 、 $\text{OH}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$  中的某几种。现用该溶液做以下实验:

- ①取此溶液少许, 加足量盐酸无明显现象;
- ②另取少许加入足量  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液, 有白色沉淀生成;
- ③将②中沉淀过滤, 取滤液微热, 有无色刺激性气体放出, 该气体能使湿润红色石蕊试变蓝。

由此推断, 该溶液中肯定有\_\_\_\_\_离子, 肯定无\_\_\_\_\_离子。

28. 有一无色透明溶液, 欲确定是否含有下列离子:  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{I}^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$ , 取该溶液进行以下实验: ①取少量待测液加几滴甲基橙溶液, 溶液显红色; ②取少量溶液, 浓缩后加  $\text{Cu}$  和浓硫酸, 加热, 有无色气体产生, 此无色气体遇空气变成红棕色; ③取少量溶液, 加氯化钡溶液, 有白色沉淀产生; ④取实验③中上层清液加  $\text{AgNO}_3$  溶液, 有白色沉淀产生, 此沉淀不溶于硝酸; ⑤另取少量原溶液滴加  $\text{NaOH}$  溶液, 有白色沉淀产生, 当  $\text{NaOH}$  过量时, 部分沉淀溶解。

根据以上实验, 溶液中肯定存在的离子: \_\_\_\_\_; 肯定不存在的离子: \_\_\_\_\_; 尚不能确定的离子是: \_\_\_\_\_。

29. 有一瓶溶液只含  $\text{Cl}^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  七种离子中的某几种。经实验:

- (1)  $\xrightarrow{\text{适量 NaOH}}$  产生白色沉淀  $\xrightarrow{\text{过量 NaOH}}$  白色沉淀不溶解;
- (2) 将 (1) 所得溶液  $\xrightarrow{\Delta}$  放出使湿润的红色石蕊试纸变蓝的气体;

(3) 原溶液中加入  $\text{BaCl}_2$  溶液不产生沉淀。

试分析原溶液中一定含有\_\_\_\_\_, 一定不含\_\_\_\_\_, 可能含有\_\_\_\_\_。

30. 某中学环境监测兴趣小组的同学在一条鱼虾绝迹的小河边发现四个工厂, 如右图所示。这些厂往小河里排放的废水中各含一种化合物。经检测发现: ①甲处河水呈浅黄色; ②乙处河水呈红褐色浑浊状; ③丙处河水逐渐变澄清; ④丁处河水不断冒气泡; ⑤M 处水样的  $\text{pH}$  大于 7, 加入足量的稀  $\text{HNO}_3$  后再加入  $\text{BaCl}_2$  溶液, 无沉淀生成; ⑥N 处水样的  $\text{pH}$  小于 7。请回答:

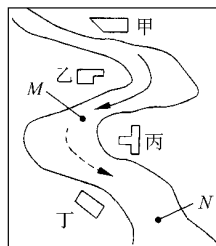
(1) 四个工厂所排放的废水中, 分别含有下列化合物中的哪种物质 (用化学式表示)?

硫酸铁、氢氧化钠、硝酸银、碳酸钠、氯化铁、稀硫酸。

甲\_\_\_\_\_, 乙\_\_\_\_\_, 丙\_\_\_\_\_, 丁\_\_\_\_\_;

(2) 写出乙、丙、丁三处所发生反应的离子方程式。

乙\_\_\_\_\_,  
丙\_\_\_\_\_,  
丁\_\_\_\_\_。



31. 已知某溶液中只存在  $\text{OH}^-$ 、 $\text{H}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Cl}^-$  四种离子, 某同学推测其离子浓度大小顺序有如下四种关系: ①  $c(\text{Cl}^-) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$ ; ②  $c(\text{Cl}^-) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ ; ③  $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{Cl}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ ; ④  $c(\text{Cl}^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{OH}^-)$

填写下列空白:

(1) 若溶液中只溶解了一种溶质, 则该溶质是\_\_\_\_\_, 上述四种离子浓度的大小顺序为\_\_\_\_\_ (填序号);

(2) 若上述关系中③是正确的, 则溶液中的溶质为\_\_\_\_\_; 若上述关系中④是正确的, 则溶液中的溶质为\_\_\_\_\_;

(3) 若该溶液是由体积相等的稀盐酸和氨水混合而成, 且恰好呈中性, 则混合前  $c(\text{HCl})$  \_\_\_\_\_  $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$  (填“大于”“小于”或“等于”, 下同), 混合前酸中  $c(\text{H}^+)$  和碱中  $c(\text{OH}^-)$  的关系  $c(\text{H}^+)$  \_\_\_\_\_  $c(\text{OH}^-)$ 。

## 专题四 氧化还原反应

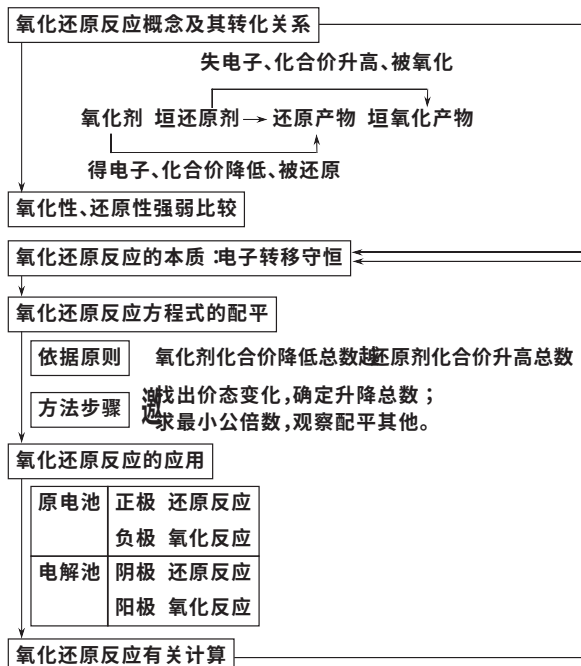
### 考纲导向

1. 掌握化学反应的四种基本类型与氧化还原反应的关系。
2. 理解氧化还原反应、氧化性和还原性、氧化剂和还原剂等概念。能判断氧化还原反应中电子转移的方向和数目。
3. 掌握氧化性、还原性强弱的规律。

4. 掌握配平氧化还原反应方程式的基本方法。  
5. 掌握守恒原理在氧化还原反应中的应用,掌握有关氧化还原反应计算的基本类型和方法。

## 考点聚焦

### 知能图谱



### 重点难点

- (1) 能判断氧化还原反应中电子转移方向和数目。  
(2) 利用化合价升降守恒配平较复杂氧化还原方程式。  
(3) 利用得失电子守恒进行计算。

### 热点冷点

- (1) 物质氧化性或还原性强弱的比较。  
(2) 得失电子守恒在氧化还原反应计算中的应用。  
(3) 配平化学方程式。

## 原创与经典

**【例1】** (2004·理综春季卷) 已知常温下在溶液中可发生如下两个离子反应:



由此可以确定  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{Sn}^{2+}$  三种离子的还原性由强到弱的顺序是 ( )

- A.  $\text{Sn}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Ce}^{3+}$       B.  $\text{Sn}^{2+}$ 、 $\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$   
C.  $\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Sn}^{2+}$       D.  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Sn}^{2+}$ 、 $\text{Ce}^{3+}$

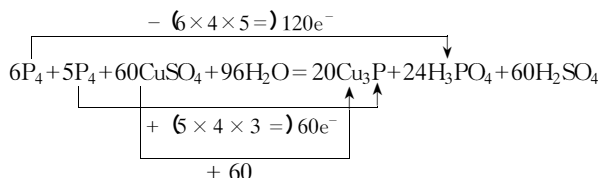
**互动** 氧化还原知识点的考查一直是高考必考题。而定性判断物质氧化性、还原性则是《考试说明》中的基本要求。理解氧化和还原、氧化性和还原性、氧化剂和还原剂等概念。根据氧化还原反应中, 氧化性: 氧化剂 > 氧化产物, 还原性: 还原剂 > 还原产物, 不难判断。

答案 A

**【例2】** 已知  $11\text{P}_4 + 60\text{CuSO}_4 + 96\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 20\text{Cu}_3\text{P} + 24\text{H}_3\text{PO}_4 + 60\text{H}_2\text{SO}_4$ , 若有 9 mol 的  $\text{CuSO}_4$  参加反应, 则被硫酸铜氧化的磷有 ( )

- A.  $\frac{3}{4}$  mol      B.  $\frac{9}{20}$  mol      C.  $\frac{3}{20}$  mol      D.  $\frac{9}{10}$  mol

**互动** 能把该氧化还原反应的电子得失情况如下图一样标出来, 此题就不难解决了。



有 3 mol  $\text{P}_4$  被 5 mol  $\text{P}_4$  氧化, 有 3 mol  $\text{P}_4$  被 60 mol  $\text{CuSO}_4$  氧化,  $\frac{3}{60} \times 9 \text{ mol} = \frac{9}{20} \text{ mol}$ 。

答案 B

**【例3】** 用 0.1 mol/L 的  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液 30 mL, 恰好将  $2 \times 10^{-3}$  mol 的  $\text{XO}_4^-$  还原, 则元素 X 在还原产物中的化合价是 ( )

- A. +1      B. +2      C. +3      D. +4

**互动** 这是氧化还原反应, 符合电子守恒, 或化合价升高总数等于化合价降低总数的关系。设  $\text{XO}_4^-$  中 +7 价的 X 降低 x 价, 则  $\text{XO}_4^-$  中 X 降低的总价数一定等于  $\text{SO}_3^{2-}$  中 +4 价的 S 升高到  $\text{SO}_4^{2-}$  中的 +6 价 S 的总价数。即  $2 \times 10^{-3} \times x = 0.1 \times 2 \times 0.03, x = 3, 7 - 3 = 4$ 。

答案 D

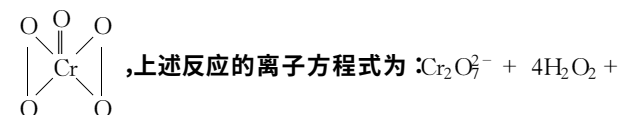
## 零距离突破

- (2005·四川等省市理科综合能力测试) 已知 KH 和  $\text{H}_2\text{O}$  反应生成  $\text{H}_2$  和 KOH, 反应中 1 mol KH ( )  
A. 失去 1 mol 电子      B. 得到 1 mol 电子  
C. 失去 2 mol 电子      D. 没有电子得失
- 有关物质的用途中, 利用了氧化还原反应原理的是 ( )  
A. 用小苏打治疗胃酸 (含  $\text{H}^+$ ) 过多  
B. 用稀盐酸洗去热水瓶内胆壁上的水垢 [主要成分是  $\text{CaCO}_3$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ]  
C. 干冰用于人工降雨  
D. 抗“非典”期间, 用过氧乙酸对公共场所进行消毒
- 金属加工后的废切削液中含 2%~5% 的  $\text{NaNO}_2$ , 它是一种环境污染物质。人们用  $\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液来处理此废切削液, 使  $\text{NaNO}_2$  转化为无毒物质。该反应分两步进行:  
第一步  $\text{NaNO}_2 + \text{NH}_4\text{Cl} \rightleftharpoons \text{NaCl} + \text{NH}_4\text{NO}_2$   
第二步  $\text{NH}_4\text{NO}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$   
下列对第二步反应的叙述中正确的是 ( )  
①  $\text{NH}_4\text{NO}_2$  是氧化剂 ②  $\text{NH}_4\text{NO}_2$  是还原剂 ③  $\text{NH}_4\text{NO}_2$  发生了分解反应 ④ 只有氮元素的化合价发生了变化 ⑤  $\text{NH}_4\text{NO}_2$  既是氧化剂又是还原剂  
A. ①③④      B. ②③④      C. ①④⑤      D. ③④⑤

4. 在一定条件下  $\text{KClO}_3$  与  $\text{I}_2$  按下式反应:  $2\text{KClO}_3 + \text{I}_2 = 2\text{KIO}_3 + \text{Cl}_2$ , 下列判断正确的是 ( )
- A. 该反应属于置换反应  
B. 氧化性:  $\text{I}_2 > \text{KClO}_3$   
C. 还原性:  $\text{KClO}_3 > \text{I}_2$   
D. 还原剂为  $\text{I}_2$ , 氧化剂为  $\text{KClO}_3$
5. 勤洗手和经常对环境进行消毒是预防传染病的有效途径。某消毒液为无色液体, 用红色石蕊试纸检验, 发现试纸先变蓝后褪色。则该消毒液的主要成分可能是 ( )
- A.  $\text{KMnO}_4$  B.  $\text{H}_2\text{O}_2$  C.  $\text{NaClO}$  D.  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
6. ①  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  中氮元素显 +5 价;  
②  $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$  反应中 +2 价铁和 -2 价硫都被氧化;  
③  $2\text{Cu} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{CuO}$  反应中 Cu 元素化合价降低总数与 O 元素化合价升高总数一定相等。  
这 3 种说法中错误的是 ( )
- A. ① B. ②③ C. ①③ D. ①②③
7. (2005·江苏卷) 已知  $\text{Co}_2\text{O}_3$  在酸性溶液中易被还原成  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Co}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{FeCl}_3$ 、 $\text{I}_2$  的氧化性依次减弱。下列反应在水溶液中不可能发生的是 ( )
- A.  $3\text{Cl}_2 + 6\text{FeI}_2 = 2\text{FeCl}_3 + 4\text{FeI}_3$   
B.  $\text{Cl}_2 + \text{FeI}_2 = \text{FeCl}_2 + \text{I}_2$   
C.  $\text{Co}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} = 2\text{CoCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$   
D.  $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- = 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$
8. X、Y、Z、M 代表四种金属元素。金属 X 和 Z 用导线连接放入稀硫酸中时, X 溶解, Z 极上有氢气放出。若电解  $\text{Y}^{2+}$  和  $\text{Z}^{2+}$  离子共存的溶液时, Y 先析出。又知  $\text{M}^{2+}$  离子的氧化性强于  $\text{Y}^{2+}$  离子。则这四种金属的活动性由强到弱的顺序为 ( )
- A.  $\text{X} > \text{Z} > \text{Y} > \text{M}$  B.  $\text{X} > \text{Y} > \text{Z} > \text{M}$   
C.  $\text{M} > \text{Z} > \text{X} > \text{Y}$  D.  $\text{X} > \text{Z} > \text{M} > \text{Y}$
9. (2005·江苏卷) 氮化铝 ( $\text{AlN}$ ) 具有耐高温、抗冲击、导热性好等优良性质, 被广泛应用于电子工业、陶瓷工业等领域。在一定条件下, 氮化铝可通过如下反应合成:  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{N}_2 + 3\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{AlN} + 3\text{CO}$ , 下列叙述正确的是 ( )
- A. 在氮化铝的合成反应中,  $\text{N}_2$  是还原剂,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  是氧化剂  
B. 上述反应中每生成 2 mol  $\text{AlN}$ ,  $\text{N}_2$  得到 3 mol 电子  
C. 氮化铝中氮元素的化合价为 -3 价  
D. 氮化铝晶体属于分子晶体
10. 24 mL 浓度为 0.05 mol/L 的  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液恰好与 20 mL 浓度为 0.02 mol/L 的  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  溶液完全反应。已知  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  被  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  氧化为  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , 则元素 Cr 在还原产物中的化合价为 ( )
- A. +2 B. +3 C. +4 D. +5
11. 制印刷电路时常用氯化铁溶液作为“腐蚀液”, 发生的反应为  $2\text{FeCl}_3 + \text{Cu} = 2\text{FeCl}_2 + \text{CuCl}_2$  向盛有氯化铁溶液的烧杯中同时加入铁粉和铜粉, 反应结束后, 下列结果不可能出现的是 ( )

- A. 烧杯中有铜无铁  
B. 烧杯中有铁无铜  
C. 烧杯中铁、铜都有  
D. 烧杯中铁、铜都无
12. (2005·江苏卷)  $\text{Cu}_2\text{S}$  与一定浓度的  $\text{HNO}_3$  反应, 生成  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{CuSO}_4$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{NO}$  和  $\text{H}_2\text{O}$ , 当  $\text{NO}_2$  和  $\text{NO}$  的物质的量为 1:1 时, 实际参加反应的  $\text{Cu}_2\text{S}$  与  $\text{HNO}_3$  的物质的量之比为 ( )
- A. 1:7 B. 1:9 C. 1:5 D. 2:9
13. 有 10 mL 0.3 mol/L 某金属阳离子  $\text{R}^{n+}$  的溶液, 恰好能使 0.2 mol/L 某碱金属的碳酸盐溶液 15 mL 中的  $\text{CO}_3^{2-}$  完全沉淀。则金属阳离子  $\text{R}^{n+}$  的  $n$  值等于 ( )
- A. 1 B. 2 C. 3 D. 4
14. 在下列条件下硝酸铵受热分解的未配平的化学方程式为:  $\text{NH}_4\text{NO}_3 \longrightarrow \text{HNO}_3 + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$ , 在反应中被氧化与被还原的氮原子数之比为 ( )
- A. 5:3 B. 5:4 C. 1:1 D. 3:5
15. 对反应  $\text{CuSO}_4 + \text{FeS}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Cu}_2\text{S} + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$ , 下列说法正确的是 ( )
- A. 氧化剂只有  $\text{CuSO}_4$   
B.  $\text{FeS}_2$  既是氧化剂又是还原剂  
C. 被氧化的硫和被还原的硫的质量比为 3:7  
D. 1 mol  $\text{CuSO}_4$  可氧化  $\frac{5}{7}$  mol 的硫
16. 已知 2.1 g  $\text{KOH}$  和 1.6 g 硫粉混合后加热, 恰好完全反应:  $a\text{KOH} + b\text{S} = c\text{K}_2\text{S}_x + d\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3 + e\text{H}_2\text{O}$ , 则  $x$  的值为 ( )
- A. 1 B. 2 C. 3 D. 4
17. 不同卤素原子之间能形成卤素互化物, 其化学式可表示为  $\text{XY}_n$  ( $n = 1, 3, 5, 7$ ), 这种卤素互化物性质活泼, 如果卤素互化物  $\text{BrF}_n$  跟水发生复杂氧化还原反应的物质的量之比为 3:5 时, 生成的产物有溴酸、氢氟酸、溴单质和氧气。则下列叙述正确的是 ( )
- A. 此卤素互化物分子式为  $\text{BrF}_3$   
B. 此卤素互化物分子式为  $\text{BrF}_5$   
C. 氧化剂  $\text{BrF}_n$  与还原剂  $\text{H}_2\text{O}$  的物质的量之比为 3:5  
D. 氧化剂  $\text{BrF}_n$  与还原剂  $\text{H}_2\text{O}$  的物质的量之比为 2:3
18. 现有化学方程式:  $a\text{FeCl}_2 + b\text{KNO}_3 + c\text{HCl} = d\text{FeCl}_3 + e\text{KCl} + f\text{X} + g\text{H}_2\text{O}$ , 若  $a = 3$ 、 $b = 3$ , X 为还原产物, 其化学式为 ( )
- A.  $\text{NO}_2$  B.  $\text{NO}$  C.  $\text{N}_2\text{O}$  D.  $\text{NH}_4^+$
19. 将已污染的空气通入某溶液, 测其导电性的变化, 能获得某种污染气体的含量。如果把含  $\text{H}_2\text{S}$  的空气通入  $\text{CuSO}_4$  溶液, 导电性稍有变化但溶液吸收  $\text{H}_2\text{S}$  的容量大。若用溴水, 则吸收容量不大而导电性变化很大。现要测量空气中的含氯量, 并兼顾容量和导电性变化的灵敏度, 最理想的吸收溶液是 ( )
- A.  $\text{NaOH}$  溶液 B. 蒸馏水 C.  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液 D.  $\text{KI}$  溶液
20. 在稀硫酸酸化的  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液中, 加入乙醚后液体分层, 在加入少量  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  溶液并振荡, 在乙醚层中出现深蓝色, 这是因

为反应生成的  $\text{CrO}_5$  溶于乙醚所致。 $\text{CrO}_5$  的结构如下

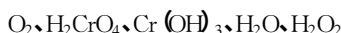


- A.  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  被氧化为  $\text{CrO}_5$   
 B. 化合物  $\text{CrO}_5$  中 Cr 为 +10 价  
 C. 该反应不属于氧化还原反应  
 D. 该反应中转移电子数为  $8\text{e}^-$

21. 根据  $3\text{BrF}_3 + 5\text{H}_2\text{O} = \text{HBrO}_3 + \text{Br}_2 + 9\text{HF} + \text{O}_2 \uparrow$  反应, 可推知每 3 mol  $\text{BrF}_3$  中被水所还原的  $\text{BrF}_3$  的物质的量是 ( )

- A. 1 mol      B. 1.33 mol      C. 2 mol      D. 3 mol

22. (2005·上海卷) 某一反应体系有反应物和生成物共五种物质:



已知该反应中  $\text{H}_2\text{O}_2$  只发生如下过程:  $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2$

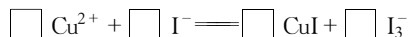
- (1) 该反应中的还原剂是 \_\_\_\_\_。  
 (2) 该反应中, 发生还原反应的过程是 \_\_\_\_\_ $\rightarrow$  \_\_\_\_\_。

(3) 写出该反应的化学方程式, 并标出电子转移的方向和数目 \_\_\_\_\_。

(4) 如反应转移了 0.3 mol 电子, 则产生的气体在标准状况下体积为 \_\_\_\_\_。

23. 实验室为监测空气中汞蒸气的含量, 往往悬挂涂有  $\text{CuI}$  的滤纸, 根据滤纸是否变色或颜色发生变化所用去的时间来判断空气中的含汞量, 其反应为:  $4\text{CuI} + \text{Hg} = \text{Cu}_2\text{HgI}_4 + 2\text{Cu}$

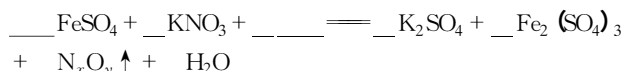
- (1) 上述反应产物  $\text{Cu}_2\text{HgI}_4$  中, Cu 元素显 \_\_\_\_\_ 价;  
 (2) 以上反应中的氧化剂为 \_\_\_\_\_, 当有 1 mol  $\text{CuI}$  参与反应时, 转移电子 \_\_\_\_\_ mol;  
 (3)  $\text{CuI}$  可由  $\text{Cu}^{2+}$  与  $\text{I}^-$  直接反应制得, 请配平下列反应的离子方程式。



24. 某类硝酸盐受热分解的产物为不含有氮元素的固体物质和  $\text{NO}_2$  和  $\text{O}_2$ 。

- (1) 上述某种硝酸盐受热分解后, 若产生  $\text{NO}_2$  和  $\text{O}_2$  的物质的量之比为 6:1, 则金属元素的价态在反应过程中 \_\_\_\_\_ (填“升高”“降低”或“不变”);  
 (2) 该类硝酸盐受热分解后, 产生  $\text{NO}_2$  和  $\text{O}_2$  的物质的量之比的最小值是 \_\_\_\_\_。

25. 在热的稀硫酸中溶解了 11.4 g 硫酸铁, 当加入 50 mL 0.50 mol/L 硝酸钾溶液时, 其中的亚铁离子完全转化为铁离子, 并有氮氧化物逸出:



(1) 配平该化学方程式 (将含  $x$ 、 $y$  的计量数和所缺物质填在横线上);

(2) 反应中起氧化作用的物质是 \_\_\_\_\_ (写化学式);

(3) 推算出  $x$ 、 $y$  的数值:  $x =$  \_\_\_\_\_,  $y =$  \_\_\_\_\_。

26. 三聚氰酸 [ $\text{C}_3\text{N}_3(\text{OH})_3$ ] 可用于消除汽车尾气中的氮氧化物 (如  $\text{NO}_2$ )。当加热至一定温度时, 它发生如下分解:  $\text{C}_3\text{N}_3(\text{OH})_3 \rightarrow 3\text{HNCO}$ , 产物  $\text{HNCO}$  (异氰酸, 其结构为:  $\text{H}-\text{N}=\text{C}=\text{O}$ ) 能与  $\text{NO}_2$  反应生成  $\text{N}_2$ 、 $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ 。

(1) 写出  $\text{HNCO}$  与  $\text{NO}_2$  反应的化学方程式: \_\_\_\_\_;

(2) 写出氧化产物与还原产物的质量之比 \_\_\_\_\_;

(3) 要消除 1.0 kg  $\text{NO}_2$  需三聚氰酸 [ $\text{C}_3\text{N}_3(\text{OH})_3$ ] 多少千克?

27. 宇航员在研究某星球的大气时, 测知其主要成分是一种易溶于水的气体 A; 用酸化的  $\text{KMnO}_4$  溶液与 A 的水溶液共热时, 可得一种棕色气体产物 B, B 冷至室温时, 即凝为液体; B 与碱反应能生成两种盐。据此推断: 大气主要成分 A 是什么? 并写出 A 与  $\text{KMnO}_4$  溶液反应的方程式。

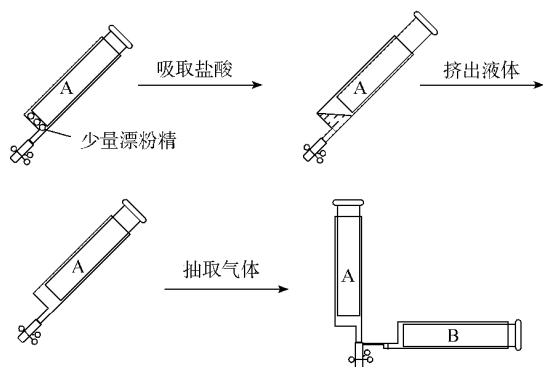
28. 已知  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  是一种混合价态的化合物, 其中 +2 价的铁与 +3 价的铁的物质的量之比为 1:2。又知过渡元素高价化合物在酸性条件下有较强的氧化性, 如  $\text{KMnO}_4$ 、 $\text{Na}_2\text{WO}_4$  (钨酸钠) 等, 钨的最高价为 +6 价。现有钨酸钠晶体 ( $\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) 0.990 g 加水溶解后, 再加入一定量的锌和稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 反应生成一种蓝色化合物 (可看作含 +5 价、+6 价混合价态的钨的氧化物) 且无  $\text{H}_2$  产生。现用 0.044 mol/L  $\text{KMnO}_4$  酸性溶液滴定这种蓝色化合物恰好将其氧化为一种黄色化合物,  $\text{KMnO}_4$  中的 +7 价锰被还原成  $\text{Mn}^{2+}$ , 共耗去  $\text{KMnO}_4$  酸性溶液 8.20 mL (已知在酸性条件下有氧化性:  $\text{KMnO}_4 > +6$  价的 W 的化合物)。

(1) 计算 1 mol 钨酸钠在上述反应中得到电子的物质的量为 \_\_\_\_\_ mol;

(2) 试确定上述蓝色化合物 (氧化物形式): \_\_\_\_\_。

29. 见下图, 取用一个容量为 200 mL 的大注射器 A, 在注射器的套筒内预先盛放 0.300 g 漂粉精, 然后吸入足量的盐酸, 反应充分后, 将注射器内的液体小心地推出, 这时注射器内产生的氯气体积折合为标准状况下的体积是 44.8 mL。





(1) 用 B 注射器在 A 注射器的橡皮管上抽取折合为标准状况下的氯气 4.48 mL, 再吸入水若干, 当 B 注射器内气体恰好全部溶于水时, 形成的氯水约为多少体积 (常温时, 氯气的溶解度 0.710 g, 假设该氯水的密度为  $1.00 \text{ g/cm}^3$ )?

(2) 漂粉精是  $\text{NaClO}$  和  $\text{NaCl}$  的混合物, 其物质的量之比为 1:1, 在制漂粉精时, 难免有极少量的烧碱多余, 请计算出这种漂粉精中除  $\text{NaClO}$  和  $\text{NaCl}$  之外的杂质含量为多少?

(3) 若将该氯水长时期放置你估计 B 注射器内出现气体的体积约是多少?

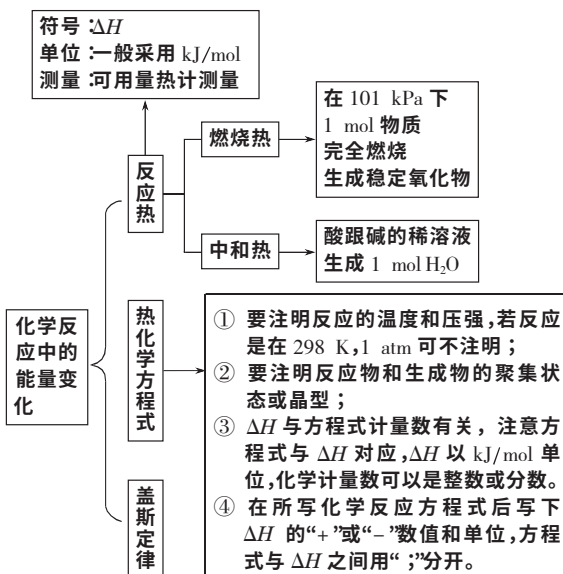
## 专题五 化学反应及其能量变化

### 考纲导向

1. 理解燃烧热和中和热的概念, 掌握测定中和热的实验方法。
2. 能正确书写热化学方程式。

### 考点聚焦

#### 知能图谱



### 重点难点

- (1) 反应热概念的理解。
- (2) 中和热和燃烧热概念的联系与区别。
- (3) 热化学方程式的书写注意点。
- (4) 盖斯定律: 一定条件下, 某化学反应无论是一步完成还是分几步完成, 反应的总热效应相同 在理解盖斯定律的基础上能熟练应用之。

### 热点冷点

- (1) 盖斯定律及反应热的简单计算。
- (2) 中和热实验操作注意点及误差判断。

### 原创与经典

**例 1** 已知盐酸和氢氧化钠溶液的中和热为  $\Delta H = -57.3 \text{ kJ/mol}$ , 则稀醋酸与氢氧化钠 (稀) 的中和热一般情况下约为 ( )

- A. 大于  $-57.3 \text{ kJ/mol}$       B. 等于  $-57.3 \text{ kJ/mol}$   
C. 小于  $-57.3 \text{ kJ/mol}$       D. 无法比较

**互动** 本题考查学生的理解能力。等物质的量的  $\text{NaOH}$  与稀  $\text{HCl}$  和稀  $\text{CH}_3\text{COOH}$  反应生成等物质的量的水。若不考虑弱电解质的电离吸热, 应放出相同的热量, 但实际反应中  $\text{CH}_3\text{COOH}$  为弱酸。电离过程中要吸热, 故中和时放热较少, 注意放热越多,  $\Delta H$  越小。

答案 A

**例 2** 把温度为  $13^\circ\text{C}$ , 浓度为  $1.0 \text{ mol/L}$  的酸溶液和  $1.1 \text{ mol/L}$  的碱溶液各 50 mL 混合 [溶液密度均为  $1 \text{ g/mL}$ , 生成溶液的比热容  $c = 4.184 \text{ J/(g}\cdot^\circ\text{C)}$ ], 轻轻搅动。测得酸碱混合液的温度变化数据如下:

| 反应物                                               | 起始温度 $t_1/^\circ\text{C}$ | 终了温度 $t_2/^\circ\text{C}$ | 中和热          |
|---------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------|
| $\text{HCl} + \text{NaOH}$                        | 13                        | 19.8                      | $\Delta H_1$ |
| $\text{HCl} + \text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ | 13                        | 19.3                      | $\Delta H_2$ |

(1) 试计算上述两组实验测出的中和热:  $\Delta H_1 =$  \_\_\_\_\_,  $\Delta H_2 =$  \_\_\_\_\_;

(2) 实验中碱液过量的目的是 \_\_\_\_\_;

(3) 两组实验结果差异的原因是 \_\_\_\_\_。

**互动** (1) 根据给出的酸和碱的物质的量, 酸为  $0.050 \text{ mol}$ , 碱为  $0.055 \text{ mol}$ , 碱是过量的, 应以酸计算, 算出生成  $0.050 \text{ mol}$  水放出的热量, 进而算出生成  $1 \text{ mol}$  水放出的热量, 即可得出两组实验测出的中和热数值。

$$\Delta H_1 = \frac{4.184 \text{ J/(g}\cdot^\circ\text{C)} \times (50 \text{ g} + 50 \text{ g}) \times (19.8^\circ\text{C} - 13.0^\circ\text{C})}{1.0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \times 0.050 \text{ L}}$$

$$= 5.69 \times 10^4 \text{ J/mol} = 56.9 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_2 = \frac{4.184 \text{ J/(g}\cdot^\circ\text{C)} \times (50 \text{ g} + 50 \text{ g}) \times (19.3^\circ\text{C} - 13.0^\circ\text{C})}{1.0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \times 0.050 \text{ L}}$$

$$= 5.27 \times 10^4 \text{ J/mol} = 52.7 \text{ kJ/mol}$$

(2) 碱液过量是为了提高实验准确度, 因  $\text{NaOH}$  溶液易吸收  $\text{CO}_2$ , 而使  $\text{NaOH}$  浓度下降,  $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$  易挥发也使  $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$  浓度下降。

(6) NaOH 是强碱,在水溶液中完全电解,跟 HCl 中和时放热较多,  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  是弱碱,只是少部分电离,发生电离时要吸热,中和时放热较少。

答案 (1)  $\Delta H_1 = -56.9 \text{ kJ/mol}$   $\Delta H_2 = -52.7 \text{ kJ/mol}$

(2) (3) 详见“解析”。

## 零距离突破

1. 人类对于能源的利用大致可以分为三个时代,柴草能源、化石能源、多能源时代。以下说法正确的是 ( )

- A. 原始社会人类学会利用火,他们以天然气取暖,吃熟食,从事生产活动
- B. 目前我国广大农村生火做饭使用的都是化石原料
- C. 多能源时代指的是新能源时代,包括有核能、太阳能、氢能
- D. 化石燃料的燃烧带来了许多大气污染物

2. 下列叙述正确的是 ( )

- A. 葡萄糖在人体内氧化分解是个放热反应
- B. 某些物质在空气中燃烧是吸热反应
- C. 强酸强碱的中和反应是放热反应,弱酸、弱碱的中和反应是吸热反应
- D. 金属活动性顺序表中排在氢之前的活泼金属和盐酸或稀硫酸反应生成氢气全部都是放热反应

3. (2005·辽宁省综合能力测试) 下列反应不能发生的是 ( )

- A.  $\text{CaCO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
- B.  $\text{SiO}_2 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- C.  $\text{AgNO}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{AgCl} \downarrow + \text{HNO}_3$
- D.  $2\text{HCl} + \text{Cu} \rightleftharpoons \text{CuCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$

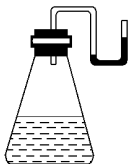
4. 下列反应属于吸热反应的是 ( )

- A.  $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{稀}) \rightleftharpoons \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$
- B.  $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_4\text{Cl} \rightleftharpoons \text{BaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 10\text{H}_2\text{O}$
- C. 硝酸与火碱溶液反应
- D. 葡萄糖在人体内氧化分解反应

5. 煤的气化和液化是高效、清洁地利用煤炭的重要途径,其处理方法是煤转化为 ( )

- A. 水煤气 B. 干馏煤气 C. 天然气 D. 焦炭

6. 有下列物质:① NaOH 固体;② 浓硫酸;③  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  晶体;④ CaO 固体。现将它们分别装入有水的锥形瓶里,立即塞紧带 U 形管的塞子,发现 U 形管内的滴有红墨水的水面呈形如右图所示状态,判断加入的物质可能是 ( )



- A. ①②③④ B. ①②④ C. ②③④ D. ①②③

7. 下列说法正确的是 ( )

- A. 在 101 kPa 时,1 mol C 与适量  $\text{O}_2$  反应生成 1 mol CO 时,放出 110.5 kJ 热量,则 C 的燃烧热为 110.5 kJ/mol
- B. 在 101 kPa 时,1 mol  $\text{H}_2$  完全燃烧生成液态水,放出 285.8 kJ 热量, $\text{H}_2$  的燃烧热为 -285.8 kJ/mol
- C. 测定 HCl 和 NaOH 反应的中和热时,每次实验均应测量 3 个温度,即盐酸起始温度、NaOH 起始温度和反应后终止

温度

D. 在稀溶液中  $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$   $\Delta H = -57.3 \text{ kJ/mol}$ ,若将含 0.5 mol  $\text{H}_2\text{SO}_4$  的浓硫酸与含 1 mol NaOH 的溶液混合,放出的热量大于 57.3 kJ

8. 已知化学反应:  $2\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{CO}(\text{g})$ 、 $2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{CO}_2(\text{g})$  都是放热反应,据此判断,下列说法中不正确的是 ( )

- A. 12 g C 所具有的能量一定高于 28 g CO 所具有的能量
- B. 56 g CO 和 32 g  $\text{O}_2$  所具有的总能量大于 44 g  $\text{CO}_2$  所具有的总能量
- C. 12 g C 和 32 g  $\text{O}_2$  所具有的总能量大于 44 g  $\text{CO}_2$  所具有的总能量
- D. 将一定质量的 C 燃烧,生成  $\text{CO}_2$  比生成 CO 时放出的热量多

9. 下列说法或表示法正确的是 ( )

- A. 等量的硫蒸气和硫固体分别完全燃烧,后者放出热量多
- B. 由 C(石墨)  $\rightarrow$  C(金刚石)  $\Delta H = +119 \text{ kJ/mol}$  可知,金刚石比石墨稳定
- C. 在稀溶液中  $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$   $\Delta H = -57.3 \text{ kJ/mol}$ ,若将含 0.5 mol  $\text{H}_2\text{SO}_4$  的浓硫酸与含 1 mol NaOH 的溶液混合,放出的热量大于 57.3 kJ
- D. 在 101 kPa 时,2 g  $\text{H}_2$  完全燃烧生成液态水,放出 285.8 kJ 热量,氢气燃烧的热化学方程式表示为  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   $\Delta H = +285.8 \text{ kJ/mol}$

10. (2005·上海卷) 以下命题,违背化学变化规律的是 ( )

- A. 石墨制成金刚石 B. 煤加氢变成人造石油
- C. 水变成汽油 D. 干冰转化成原子晶体

11. 在相同条件下,下列物质分别与  $\text{H}_2$  反应,当消耗等物质的量的氢气时放出热量最多的是 ( )

- A.  $\text{Cl}_2$  B.  $\text{Br}_2$  C.  $\text{I}_2$  D. S

12. 中学化学教材中有大量数据,下列为某同学对数据的利用情况,其中不正确的是 ( )

- A. 用 NaOH 和 HCl 反应测得的中和热数据,推算一定量的稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$  和 NaOH 溶液反应的反应热
- B. 用沸点数据推测将两种液体混合物用蒸馏的方法分离开来的可能性
- C. 用反应热数据的大小判断不同反应的反应速率的快慢
- D. 用原子(或离子)半径数据推断某些原子(或离子)氧化性或还原性的强弱

13. 298 K 时,  $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$   $\Delta H = -197 \text{ kJ/mol}$ ,在相同的温度和压强下,向某密闭容器中通入 2 mol  $\text{SO}_2$  和 1 mol  $\text{O}_2$ ,达到平衡时放出热量  $Q_1$ ,向另一容积相同的密闭容器通入 1 mol  $\text{SO}_2$  和 0.5 mol  $\text{O}_2$ ,达到平衡时放出热量  $Q_2$ ,下列关系式中正确的是 ( )

- A.  $Q_2 = \frac{Q_1}{2}$  B.  $Q_2 < \frac{Q_1}{2}$
- C.  $Q_1 < Q_2 < 197 \text{ kJ}$  D.  $Q_1 = Q_2 = 197 \text{ kJ}$

14. 运用中和热的测定方法,在保温、隔热的条件下,向盛有



20 mL 2.08 mol/L 的 NaOH 溶液的试管中分五次加入 1~5 mL 未知浓度的  $H_2SO_4$  (边加边振荡,且每次加入 1mL) 后,测得溶液的温度分别是 1.4 °C, 2.5 °C, 4.2 °C, 5.2 °C, 5.18 °C, 则该  $H_2SO_4$  溶液的物质的量浓度是 ( )

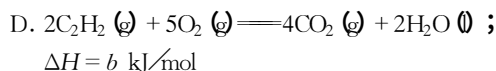
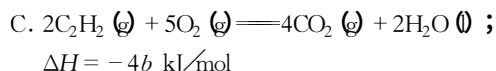
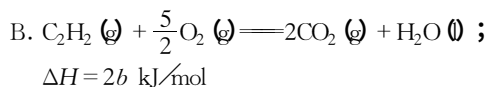
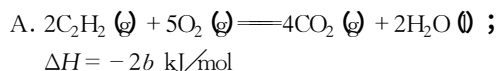
- A. 20.8 mol/L                      B. 4.16 mol/L  
C. 6.9 mol/L                        D. 5.2 mol/L

15. 下列说法中,正确的是 ( )

- A.  $\Delta H > 0$  表示放热反应,  $\Delta H < 0$  表示吸热反应  
B. 热化学方程式中的化学计量数表示物质的量,可以是分数  
C. 0.5 mol  $H_2SO_4$  与 0.5 mol  $Ba(OH)_2$  反应生成  $BaSO_4$  沉淀时放出的热叫做中和热

D. 1 mol  $H_2$  与 0.5 mol  $O_2$  反应放出的热就是  $H_2$  的燃烧热

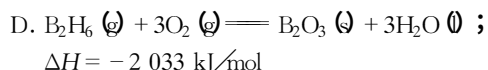
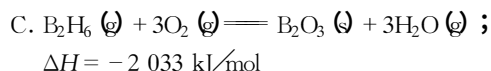
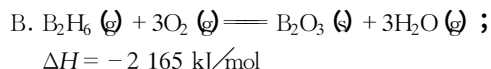
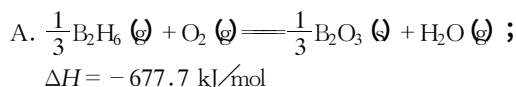
16. (2005·浙江等省市理科综合能力测试) 已知充分燃烧  $a$  g 乙炔气体时生成 1 mol 二氧化碳气体和液态水,并放出热量  $b$  kJ, 则乙炔燃烧的热化学方程式正确的是 ( )



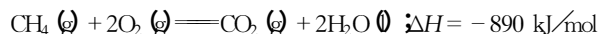
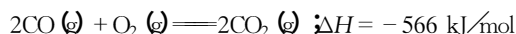
17. 充分燃烧一定量丁烷时放出的热量  $xQ$ , 完全吸收它生成的  $CO_2$  生成正盐, 需 5 mol/L 的 KOH 溶液 100 mL, 则丁烷的燃烧热为 ( )

- A.  $16xQ$       B.  $8xQ$       C.  $4xQ$       D.  $2xQ$

18. 0.3 mol 的气态高能燃料乙硼烷 ( $B_2H_6$ ) 在氧气中燃烧, 生成固态三氧化二硼和液态水, 放出 649.5 kJ 的热量, 又知:  $H_2O(l) = H_2O(g)$  ;  $\Delta H = +44$  kJ/mol, 下列热化学方程式, 正确的是 ( )



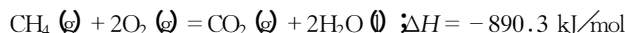
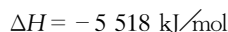
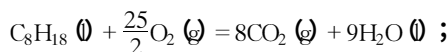
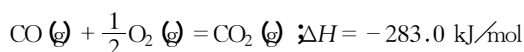
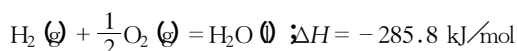
19. 在一定条件下,  $CO$  和  $CH_4$  燃烧的热化学方程式分别为:



由 1 mol  $CO$  和 3 mol  $CH_4$  组成的混合气在上述条件下完全燃烧时, 释放的热量为 ( )

- A. 2912 kJ      B. 2953 kJ      C. 3236 kJ      D. 3867 kJ

20. (2005·江苏卷) 氢气、一氧化碳、辛烷、甲烷的热化学方程式分别为:



相同质量的氢气、一氧化碳、辛烷、甲烷完全燃烧时, 放出热量最少的是 ( )

- A.  $H_2(g)$       B.  $CO(g)$       C.  $C_8H_{18}(l)$       D.  $CH_4(g)$

21. 在一个烧杯里, 加入 20 g  $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$  粉末, 将小烧杯放在事先已滴有 3~4 滴水的玻璃片上。然后加入 10 g  $NH_4Cl$  晶体, 并用玻璃棒迅速搅拌。

(1) 实验中玻璃棒的作用是 \_\_\_\_\_ ;

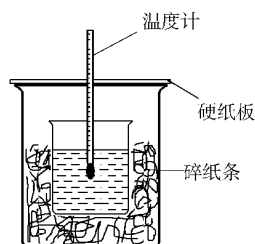
(2) 写出有关反应的方程式: \_\_\_\_\_ , 该反应属 \_\_\_\_\_ 反应;

(3) 实验中观察到的现象有 \_\_\_\_\_ 、 \_\_\_\_\_ 和反应混合物成糊状。反应混合物呈糊状的原因是 \_\_\_\_\_ ;

(4) 通过 \_\_\_\_\_ 现象, 说明该反应为 \_\_\_\_\_ 热反应, 这是由于反应物的总能量 \_\_\_\_\_ (填“大于”“小于”或“等于”) 生成物的总能量。

22. 50 mL 0.5 mol/L 的盐酸与 50 mL 0.55 mol/L 的 NaOH 溶液在下图所示的装置中进行中和反应。通过测定反应过程中所放出的热量可计算中和热。请回答下列问题:

(1) 从实验装置上看, 图中尚缺少的一种玻璃用品是 \_\_\_\_\_ 。由图可知该装置有不妥之处, 应如何改正? \_\_\_\_\_ ;



(2) 烧杯间填满碎纸条的作用是 \_\_\_\_\_ ;

(3) 大烧杯上如不盖硬纸板, 求得的中和热数值 (填“偏大”“偏小”或“无影响”);

(4) 实验中改用 60 mL 0.50 mol/L 的盐酸跟 50 mL 0.55 mol/L 的 NaOH 溶液进行反应, 与上述实验相比, 所放出的热量 \_\_\_\_\_ (填“相等”或“不相等”), 所求中和热 \_\_\_\_\_ (填“相等”或“不相等”)。简述理由 \_\_\_\_\_ ;

(5) 用相同浓度和体积的氨水代替 NaOH 溶液进行上述实验, 测得中和热的数值会 \_\_\_\_\_ ; 用 50 mL 0.50 mol/L 的 NaOH 溶液进行上述实验, 测得的中和热的数值会 \_\_\_\_\_ (均填“偏大”“偏小”或“无影响”)。