

2017~2018学年10月四川成都武侯区成都七中林荫校区 高二上学期月考化学试卷(详解)

一、选择题

1. 我国古代文献中有许多化学知识记载,如《梦溪笔谈》中的“信州铅山县有苦泉, ...挹其水熬之,则成胆矾,熬胆矾铁釜,久之亦化为铜”等,上述描述中没有涉及的变化是()
- A. 复分解反应 B. 蒸发结晶 C. 离子反应 D. 氧化还原反应

【答案】A

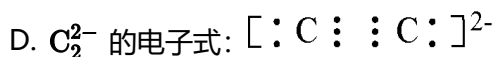
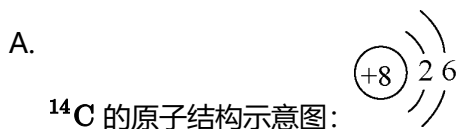
【解析】 $\text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O} = \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 为化合反应,

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$ 为分解反应, $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{Cu} + \text{FeSO}_4$ 为置

换反应,且Fe、Cu元素的化合价变化,为氧化还原反应;

故选A。

2. 下列有关化学用语的表示正确的是()



【答案】D

【解析】A. ^{14}C 的核电荷数为 6, 不是 8, 故A错误;

B. Cl 原子半径大于 C 原子, 故B错误;

C. HClO 分子内存在 H - O 键, 其结构式为 $\text{H} - \text{O} - \text{Cl}$, 故C错误;

D. C_2^{2-} 中碳和碳之间共用三对电子, 故D正确;

故选D。

3. 下列有关物质的分类或归纳的说法正确的是 ()
- A. PM_{2.5}(微粒直径约为 $2.5 \times 10^{-6} \text{ m}$) 分散在空气中形成气溶胶, 能产生丁达尔效应
- B. 乙烯、油脂、纤维素、光导纤维都属于高分子化合物
- C. 漂白粉、水玻璃、福尔马林都是混合物
- D. 纯碱、氨水、蔗糖分别属于强电解质、弱电解质和非电解质

【答案】 C

【解析】 A 选项: PM_{2.5} 微粒直径为 $2.5 \times 10^{-6} \text{ m}$, 而胶体粒子直径在 $1 - 100 \text{ nm}$ 之间, 只有胶体才能产生丁达尔效应, 故A错误;

B 选项: 乙烯和光导纤维是纯净物, 不是高分子化合物, 而油脂是高级脂肪酸的甘油酯, 也不属于高分子化合物, 只有纤维素属于高分子化合物, 故B错误;

C 选项: 漂白粉是次氯酸钙和氯化钙的混合物、水玻璃是硅酸钠的溶液、福尔马林是甲醛的水溶液, 三者均为混合物, 故C正确;

D 选项: 纯碱是盐, 属于强电解质, 而氨水是混合物, 不是电解质, 也不是非电解质, 蔗糖是非电解质, 故D错误;

故选 C。

4. 能用元素周期律解释的是 ()
- A. 酸性: $\text{H}_2\text{SO}_3 > \text{H}_2\text{CO}_3$
- B. 熔沸点: $\text{HF} > \text{HCl}$
- C. 碱性: $\text{NaOH} > \text{Al}(\text{OH})_3$
- D. 热稳定性: $\text{Na}_2\text{CO}_3 > \text{CaCO}_3$

【答案】 C

【解析】 方法一: A. 亚硫酸不是 S 元素对应的最高价含氧酸, 亚硫酸的酸性强于碳酸, 不能应用元素周期律解释, 故A错误;

B. 由于HF中存在氢键, 故其熔沸点高于 HCl, 不能利用元素周期律解释, 故B错误;

C. 由于金属性 $\text{Na} > \text{Al}$, 故碱性 $\text{NaOH} > \text{Al}(\text{OH})_3$, 故可以应用元素周期律解释, 故C正确;

D. 难溶性的碳酸盐均易分解, 与元素周期律无关, 故D错误;

故选C。

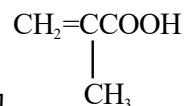
方法二: A. 亚硫酸不是最高价含氧酸, 不能用元素周期律解释, 故A错误;

- B. 氯化物的熔沸点与元素周期律没有关系，故B错误；
- C. 金属性越强，最高价氧化物对应水化物的碱性越强，可以用元素周期律解释，故C正确；
- D. 碳酸盐的热稳定性与元素周期律没有关系，故D错误；
- 故选C。

5. 聚甲基丙烯酸甲酯又称有机玻璃，在生产生活中应用广泛，下列说法正确的是（ ）

A. 甲醇和甘油互为同系物

B.



甲基丙烯酸的结构简式为

C. 制备有机玻璃时涉及缩聚反应

D. 聚甲基丙烯酸中存在碳碳双键

【答案】B

【解析】A 选项：甲醇和甘油分子内含有的羟基数目不等，不能互为同系物，故A错误；

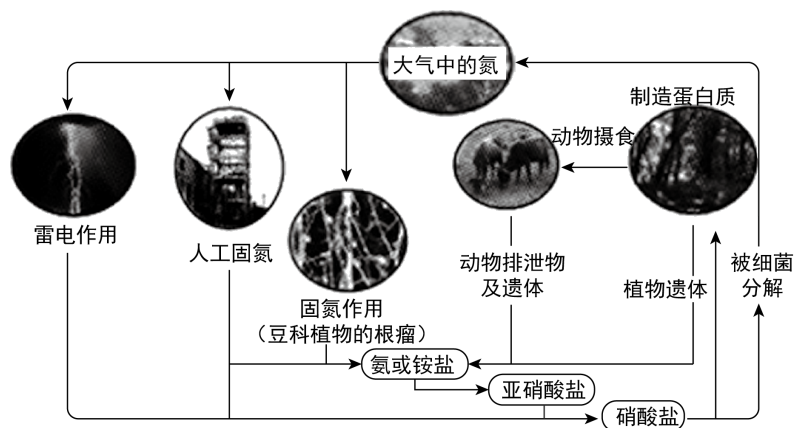
B 选项：甲基丙烯酸的结构简式即为题中所示，故B正确；

C 选项：甲基丙烯酸能发生加聚反应得到有机玻璃，故C错误；

D 选项：聚甲基丙烯酸中不存在碳碳双键，故D错误；

故选 B。

6. 下列关于自然界中氮循环（如图）的说法**不正确**的是（ ）



A. 氮元素均被氧化

B. 工业合成氨属于人工固氮

C. 含氮无机物和含氮有机物可相互转化

D. 碳、氢、氧三种元素也参与了氮循环

【答案】A

【解析】A 选项：硝酸盐中氮元素的化合价为 +5 价，被细菌分解变成大气中氮单质，氮元素由 +5 → 0，属于被还原，故A错误；

B 选项：

工业合成氨是将 N_2 与 H_2 在一定条件下反应生成 NH_3 ，属于人工固氮，故B正确；

C 选项：氮循环中铵盐和蛋白质可相互转化，铵盐属于无机物，蛋白质属于有机物，含氮无机物和含氮有机物可相互转化，故C正确；

D 选项：碳、氢、氧三种元素也参加了氮循环，如蛋白质的制造需要碳元素，又如 N_2 在放电条件下与 O_2 直接化合生成无色且不溶于水的一氧化氮气体，

$N_2 + O_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2NO$ ，氧元素参与，二氧化氮易与水反应生成硝酸 (HNO_3) 和一氧化

氮， $3NO_2 + H_2O = 2HNO_3 + NO$ ，氢元素参加，故D正确；

故选 A。

7. 在给定条件下，下列选项中所示的物质间转化均能一步实现的是 ()

- A. 粗硅 $\xrightarrow[\text{高温}]{Cl_2}$ $SiCl_4$ $\xrightarrow[\text{高温}]{H_2}$ Si
- B. $Mg(OH)_2 \xrightarrow{\text{盐酸}} MgCl_2(aq) \xrightarrow{\text{电解}} Mg$
- C. $Cu \xrightarrow{\text{盐酸}} CuCl_2(aq) \xrightarrow{\text{蒸发}} \text{无水 } CuCl_2$
- D. $FeS_2 \xrightarrow[\text{煅烧}]{O_2} SO_2 \xrightarrow{H_2O} H_2SO_4$

【答案】 A

【解析】 A 选项：Si 可与氯气在高温下反应生成 $SiCl_4$ ， $SiCl_4$ 可与氢气发生反应生成 Si 和 HCl，该反应可用于工业提纯硅，故A正确；

B 选项：电解氯化镁溶液生成氢氧化镁、氯气和氢气，工业用电解熔融的氯化镁制备镁，故B错误；

C 选项：铜不能溶解于稀盐酸，故C错误；

D 选项： SO_2 溶解于水只能生成 H_2SO_3 ，无法得到 H_2SO_4 ，故D错误；

故选 A。

8. 下列过程中，共价键被破坏的是 ()

- A. 冰融化
B. KOH 熔化
- C. $NaHSO_4$ 溶于水
D. 碘升华

【答案】 C

【解析】 A. 冰融化克服的分子间作用以及氢键，共价键没有破坏，故 A 错误；

B. KOH 属于离子化合物，熔化时生成 K^+ 和 OH^- ，只能破坏离子键，不会破坏共价键，故 B 错误；

- C. NaHSO_4 溶于水在水分子的作用下, 电离出 Na^+ 、 H^+ 和 SO_4^{2-} , 破坏了共价键, 故 C 正确;
- D. 碘升华克服的是分子间作用力, 共价键没有破坏, 故 D 错误;
- 故选 C。

9. 如图是某学校实验室从化学试剂商店买回的硫酸试剂的标签部分内容。据此判断, 下列说法正确的是 ()

硫酸 化学纯(CP)(500mL)
 化学式: H_2SO_4
 相对分子质量: 98
 密度: $1.84\text{g}/\text{cm}^3$
 质量分数: 98%

- A. 1 mol Al 与足量的该硫酸产生 2 g 氢气
- B. 配制 240 mL 4.6 mol/L 的稀硫酸需取该硫酸 40 mL
- C. 洗净的锥形瓶和容量瓶可以放进烘箱中烘干
- D. 该硫酸与等质量的水混合后所得溶液的物质的量浓度小于 9.2 mol/L

【答案】D

【解析】A 选项: Al 常温下遇浓硫酸钝化, 加热条件下也只能得到还原性气体 SO_2 , 不可能生成氢气, 故 A 错误;

B 选项: 质量分数为 98%、密度为 $1.84\text{g}/\text{cm}^3$ 的浓硫酸的物质的量浓度

$$= \frac{(1000 \times 1.84 \times 98\%)}{98\text{ mol/L}} = 18.4\text{ mol/L}$$

配制 240 mL 时需要选择 250 mL 的容量瓶, 则配制 240 mL 4.6 mol/L 的稀硫酸需取该硫酸为 $250 \times \frac{4.6}{18.4} = 62.5\text{ mL}$, 故 B 错误;

C 选项: 配制物质的量浓度时容量瓶不需要干燥, 故 C 错误;

D 选项: 浓硫酸浓度越大其密度越大, 硫酸密度大于水密度, 等质量硫酸和水, 水的体积大于硫酸体积, 所以二者混合后溶液体积大于浓硫酸的二倍, 则其物质的量浓度小于原来的一半, 即小于 9.2 mol/L, 故 D 正确;

故选 D。

10. N_A 代表阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是 ()

- A. 在标况下, 11.2 L NO 与 11.2 L O_2 混合后所含分子数为 $0.75N_A$
- B. 常温常压下 16 g O_3 所含的电子数为 $8N_A$
- C. 1 mol Cl_2 与足量的 PCl_3 反应转移的电子数为 $2N_A$
- D. 在 $0.1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ K_2CO_3 溶液中, 阴离子数目大于 $0.1N_A$

【答案】 B

【解析】 A. 在标况下, 11.2 L NO 物质的量为 0.5 mol, 11.2 L O₂ 物质的量为 0.5 mol, 混合反应生成 0.5 mol NO₂, 剩余氧气 0.25 mol, 二氧化氮可以反应生成四氧化二氮, 混合后所含分子数小于 0.75N_A, 故A错误;

B. 依据元素守恒, 16 g O₃ 所含的电子数 = $\frac{16}{48} \times 24N_A = 8N_A$, 故B正确;

C. Cl₂ 与 PCl₃ 反应生成 PCl₅ 的反应为可逆反应, 1 mol Cl₂ 与足量的 PCl₃ 反应转移的电子数小于 2N_A, 故C错误;

D. 依据 $n = cV$ 求碳酸钾溶液中阴离子数目, 应知道溶液的体积, 溶液的体积不知道, 无法计算, 故D错误;

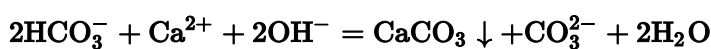
故选B。

11. 下列离子方程式正确的是 ()

A. 将少量的 SO₂ 气体通入 NaClO 溶液中: $SO_2 + H_2O + 2ClO^- = SO_3^{2-} + 2HClO$

B. 用 Fe 电极电解 NaCl 溶液: $Fe + 2H_2O \xrightarrow{\text{电解}} Fe(OH)_2 + H_2 \uparrow$

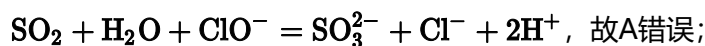
C. NaHCO₃ 溶液与过量澄清石灰水反应:



D. 用 KMnO₄ 溶液滴定草酸: $2MnO_4^- + 16H^+ + 5C_2O_4^{2-} = 2Mn^{2+} + 10CO_2 \uparrow + 8H_2O$

【答案】 B

【解析】 A. 将少量 SO₂ 气体通入 NaClO 溶液中的离子反应为



B. 用铁电极电解 NaCl 溶液, 阳极氯离子不放电, 金属铁失去电子生成 Fe²⁺, 正确的离子方程式为 $Fe + 2H_2O = H_2 \uparrow + Fe(OH)_2 \downarrow$, 故B正确;

C. 碳酸氢钠溶液与过量的澄清石灰水反应, 反应生成碳酸钙沉淀、氢氧化钠和水, 正确的离子方程式为: $HCO_3^- + Ca^{2+} + OH^- = CaCO_3 \downarrow + H_2O$, 故C错误;

D. 用酸性高锰酸钾溶液滴定草酸, 发生反应的离子方程式为



故选B。

12. 探究浓硫酸和铜的反应, 下列装置或操作正确的是 ()



- A. 用装置甲进行铜和浓硫酸的反应
 B. 用装置乙收集二氧化硫并吸收尾气
 C. 用装置丙稀释反应后的混合液
 D. 用装置丁测定余酸的浓度

【答案】C

【解析】A 选项：铜和浓硫酸的反应需要加热，装置①没有加热装置，故A错误；

B 选项： SO_2 的密度比空气大，应用向上排空气法收集，应为长管进气短管出气，故B错误；

C 选项：浓硫酸溶于水放出大量的热，应用装置③稀释反应后的混合液，故C正确；

D 选项：用氢氧化钠溶液滴定余酸，氢氧化钠溶液应放在碱式滴定管中，故D错误；
 故选 C。

13. 下列实验设计的步骤及现象均正确的是 ()

选项	实验目的	实验步骤及现象
A	证明氯水有酸性	滴加紫色石蕊 试样 \longrightarrow 溶液变红色，且长时间不变
B	检验某红棕色气体是否为溴蒸气	通入淀粉KI溶液 KI 溶液 \longrightarrow 观察溶液是否变蓝
C	证明酸性条件下 H_2O_2 氧化性比 I_2 强	加入 30% H_2O_2 溶液 加入稀硝酸及淀粉 NaI \longrightarrow 溶液变蓝色
D	比较： $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) > K_{\text{sp}}(\text{AgI})$	过量的NaCl溶液 AgNO_3 溶液 \longrightarrow 产生白色沉淀 适量的NaI溶液 \longrightarrow 有黄色沉淀生成

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】D

【解析】A 选项：氯气和水反应生成盐酸和次氯酸，盐酸具有酸性，次氯酸具有强氧化性和漂白性，滴加石蕊试液，先变红后褪色，故 A 错误；

B 选项：二氧化氮和溴蒸气都为红棕色，且都有强氧化性，都可使淀粉碘化钾变蓝色，不能确定，可将气体通入水，如溶液呈黄色，说明为溴，否则为二氧化氮，故 B 错误；

C 选项：

硝酸可氧化碘离子，不能确定过氧化氢和碘的氧化性，可用稀硫酸酸化，故 C 错误；
 D 选项：卤化银中，溶度积常数大的物质能转化为溶度积常数小的物质， AgNO_3 溶液滴加过量的 NaCl 溶液得到 AgCl 悬浊液，再加入 NaI 溶液，产生黄色沉淀，说明发生沉淀的转化，则 $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) > K_{\text{sp}}(\text{AgI})$ ，故 D 正确；
 故选 D。

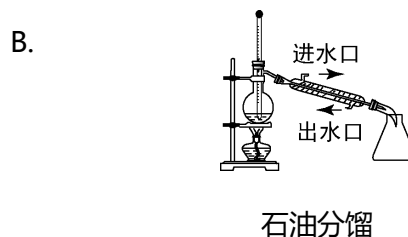
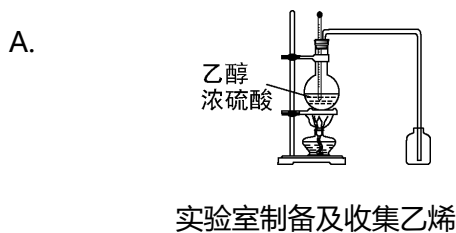
14. 下列反应不能用勒夏特列原理解释的是 ()

- A. 光照新制的氯水时溶液的 pH 逐渐减小
- B. 锌与稀硫酸反应，加入少量硫酸铜反应速率加快
- C. 可用浓氨水和氢氧化钠固体快速制取氨气
- D. 增大压强，有利于 SO_2 和 O_2 反应生成 SO_3

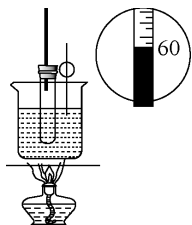
【答案】 B

【解析】 A 选项：氯水中存在化学平衡 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$ ，光照使氯水中的次氯酸分解，次氯酸浓度减小，使得平衡向右移动，氢离子浓度变大，溶液的 PH 值减小，能用勒夏特列原理解释，故A错误；
 B 选项：锌与稀硫酸反应，加入少量硫酸铜， Zn 与硫酸铜反应置换出铜，形成 $\text{Zn} - \text{Cu}$ 稀硫酸原电池，加快反应速率，不存在化学平衡反应，则不能用化学平衡移动原理解释，故B正确；
 C 选项：浓氨水加入氢氧化钠固体，氢氧化钠固体溶解放热，使一水合氨分解生成氨气的，化学平衡 $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ ，逆向进行，能用化学平衡移动原理解释，故C错误；
 D 选项：增大压强，平衡向正反应方向移动，能用勒夏特列原理解释，故D错误；
 故选 B。

15. 下列实验装置图正确的是 ()

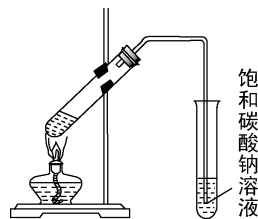


C.



实验室制硝基苯

D.



实验室制乙酸乙酯

【答案】C

【解析】A. 乙烯密度小于空气，应该采用向下排空气法收集，但因为乙烯不易溶于水且乙烯密度接近空气密度，最好采用排水法收集，故A错误；

B. 蒸馏时，温度计水银球应该位于蒸馏烧瓶支管口处，故B错误；

C. 实验室用苯和浓硝酸在浓硫酸作催化剂、加热 $55 - 60^{\circ}\text{C}$ 制备硝基苯，该实验操作正确，故C正确；

D. 实验室制取乙酸乙酯时，导气管不能伸入饱和碳酸钠溶液中，否则易产生倒吸现象，故D错误；

故选C。

16. 有关下列四个常用电化学装置的叙述中，正确的是 ()

<p>图 I 碱性锌锰电池</p>	<p>图 II 铅-硫酸蓄电池</p>	<p>图 III 电解精炼铜</p>	<p>图 IV 银锌纽扣电池</p>

A. 图 I 所示电池中， MnO_2 的作用是催化剂

B. 图 II 所示电池放电过程中，硫酸浓度不断增大

C. 图 III 所示装置工作过程中，电解质溶液中 Cu^{2+} 浓度始终不变

D. 图 IV 所示电池工作过程中，电子由 Zn 极流向 Ag_2O 极

【答案】D

【解析】A 选项：二氧化锰得到电子被还原，为原电池的正极，不是催化剂，故A错误；

B 选项：铅蓄电池放电时电池反应为： $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，该反应中浓硫酸参加反应，所以浓度降低，故B错误；

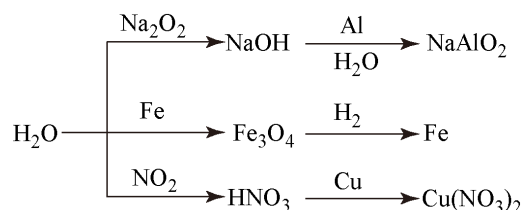
C 选项：

粗铜中不仅含有铜还含有其它金属，电解时，粗铜中有铜和其它金属失电子，纯铜上只有铜离子得电子，所以阴极上析出的铜大于阳极上减少的铜，所以溶液中铜离子浓度降低，故C错误；

D选项：该原电池中，正极上氧化银得电子生成银，**Zn**为负极，原电池工作时，电子由**Zn**极流向**Ag₂O**极，故D正确；

故选D。

17. 下图为与水相关的部分转化关系，下列说法错误的是（ ）



- A. 如图所示的反应均为氧化还原反应
- B. 比较镁、铁与水的反应条件，可知铁的金属性比镁弱
- C. 工业上常用 NO_2 与水的反应原理制取硝酸
- D. 实验室中可用铜与稀硝酸反应制取 NO_2

【答案】D



【解析】A. 图中所有反应都有化合价升降，都为氧化还原反应，故A错误；

B. 与水反应越难，金属性越弱，故B错误；

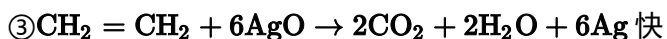
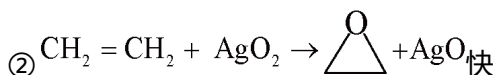
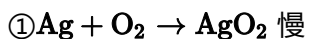
C. NO_2 与水的反应生成硝酸，可以用于制取硝酸，故C错误；

D. 铜和稀 HNO_3 反应生成 NO ，故D正确；

故选D。

18. 生产环氧乙烷 () 的反应为: $2\text{CH}_2 = \text{CH}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2$  $(\text{g}) \Delta H = -106 \text{ kJ/mol}$

, 其反应机理如下:



下列有关该反应的说法正确的是（ ）

- A. 反应的活化能等于 106 kJ/mol
- B. AgO_2 也是该反应的催化剂
- C. 增大乙烯的浓度能显著提高环氧乙烷的生成速率


D. 该反应的原子利用率为 100%

【答案】 D

【解析】 A. 反应热为 $-106 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，而不是活化能，故 A 错误；

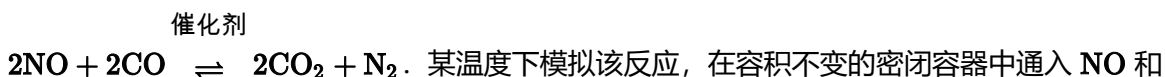
B. 氧化银是中间产物，银单质是催化剂，故 B 错误；

C. 根据反应机理，反应速率取决于慢反应，增大乙烯浓度对速率影响不大，故 C 错误；

D. 反应的总反应式为 $2\text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2$ , 反应物完全转化为生成物，无副产物产物，则反应的原子利用率为 100%，故 D 正确；

故选 D。

19. 利用催化技术可将汽车尾气中的 NO 和 CO 转变成 CO_2 和 N_2 ，化学方程式如下：



CO，测得不同时间的 NO 和 CO 的浓度如下表：

时间/s	0	1	2	3	4	5
$c(\text{NO}) / \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	1.00	0.45	0.25	0.15	0.10	0.10
$c(\text{CO}) / \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	3.60	3.05	2.85	2.75	2.70	2.70

下列说法中，不正确的是 ()

A. 2 s 内的平均反应速率 $v(\text{N}_2) = 1.875 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

B. 在该温度下，反应的平衡常数 $K = 5$

C. 若将容积缩小为原来的一半，NO 转化率大于 90%

D. 使用催化剂可以提高单位时间 CO 和 NO 的处理量

【答案】 B

【解析】 方法一：A. 三段式计算，2 s 内的平均反应速率 $v(\text{N}_2) = 1.875 \times 10^{-4}$

$\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ ，故 A 正确；

B. 在该温度下，反应的平衡常数 $K = 5000$ ，故 B 错误；

C. 此状态下，平衡时 NO 转化率等于 90%，加压，平衡正向移动，故 C 正确；

D. 使用催化剂，反应速率加快，故 D 正确；

故选 B。

方法二：A. 根据公式 $V = \frac{\Delta c}{\Delta t}$ ，带入数据得

$v(\text{N}_2) = 1.875 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ ，故 A 正确；

B. 根据平衡常数的公式, 带入数据得 $K = 5000$, 故B错误;

C. 原平衡 NO 的转化率为 90%, 缩小容积, 平衡正向移动, NO 转化率增大, 故C正确;

D. 使用催化剂可以加快反应速率, 提高整个过程中 CO 和 NO 的处理量, 故D正确;

故选B.

方法三: A. 2 s 内 $\Delta c(\text{NO}) = (1 - 0.25) \times 10^{-3} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} = 7.5 \times 10^{-4} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

, 则 $\Delta c(\text{N}_2) = \frac{1}{2} \Delta c(\text{NO}) = 3.75 \times 10^{-4} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则

$v(\text{N}_2) = \frac{3.75 \times 10^{-4} \text{mol/L}}{2 \text{ s}} = 1.875 \times 10^{-4} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, 故A正确;

B. 4 s 时处于平衡状态, 平衡时 NO 为 $1.0 \times 10^{-3} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则:

	2NO(g)+	2CO(g)	\rightleftharpoons	2CO ₂ (g)+	N ₂ (g)
起始量 ($\times 10^{-3} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	1	3.6		0	0
变化量 ($\times 10^{-3} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	0.9	0.9		0.9	0.45
平衡量 ($\times 10^{-3} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	0.1	2.7		0.9	0.45

则平衡常数 $K = \frac{c^2(\text{CO}_2) \times c(\text{N}_2)}{c^2(\text{NO}) \times c^2(\text{CO})} = \frac{(0.9 \times 10^{-3})^2 \times 0.45 \times 10^{-3}}{(0.1 \times 10^{-3})^2 \times (2.7 \times 10^{-3})^2} = 500$, 故

B错误;

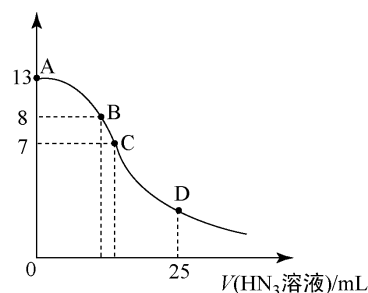
C. 原平衡时 NO 转化率为 $\frac{(1 - 0.1) \times 10^{-3} \text{mol/L}}{1 \times 10^{-3} \text{mol/L}} = 90\%$, 若将容积缩小为原来

的一半, 增大压强, 平衡正向移动, NO 转化率增大, 故新平衡时 NO 转化率大于 90%, 故C正确;

D. 使用催化剂加快反应速率, 可以提高单位时间 CO 和 NO 的处理量, 故D正确;

故选B.

20. 常温下向 25 mL 0.1 mol/L NaOH 中逐滴滴加 0.2 mol/L 的 HN_3 (叠氮酸) 溶液, pH 的变化曲线如图 (溶液混合时体积的变化忽略不计, HN_3 的 $K_a = 10^{-4.7}$)。下列说法正确的是 ()



- A. 水电离出的 $c(\text{H}^+)$: A 点小于 B 点
 B. 在 B 点, 离子浓度大小为 $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{Na}^+) > c(\text{N}_3^-)$
 C. 在 C 点, 滴加的 $V(\text{HN}_3) = 12.5 \text{ mL}$
 D. 在 D 点, $c(\text{Na}^+) = 2c(\text{HN}_3) + 2c(\text{N}_3^-)$

【答案】 A

【解析】 A 选项: A 点为氢氧化钠溶液, 氢氧化钠浓度越大, 水的电离程度越小, B 点为氢氧化钠和 NaN_3 的混合液, N_3^- 水解促进了水的电离, 则水电离出的 $c(\text{H}^+)$: A 点小于 B 点, 故 A 正确;

B 选项: B 点呈碱性, 则 $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$, 由于 $\text{pH} = 8$, 混合液中的氢离子、氢氧根离子浓度较小, 则正确的离子浓度大小为:

$c(\text{Na}^+) > c(\text{N}_3^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$, 故 B 错误;

C 选项: 滴加的 $V(\text{HN}_3) = 12.5 \text{ mL}$ 时, 恰好反应生成 NaN_3 , N_3^- 部分水解, 溶液呈碱性, 而 C 点溶液的 $\text{pH} = 7$, 所以 C 点 $V(\text{HN}_3) > 12.5 \text{ mL}$, 故 C 错误;

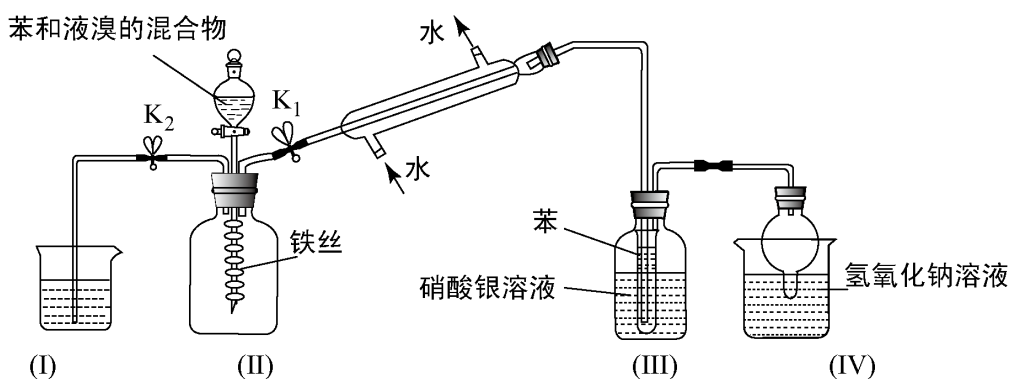
D 选项: 在 D 点, $V(\text{HN}_3) = 25 \text{ mL}$, 根据物料守恒可知:

$2c(\text{Na}^+) = c(\text{HN}_3) + c(\text{N}_3^-)$, 故 D 错误;

故选 A。

二、非选择题

21. 某校学生用如图所示装置进行实验, 以探究苯与溴发生反应的原理并分离提纯反应的产物。请回答下列问题:

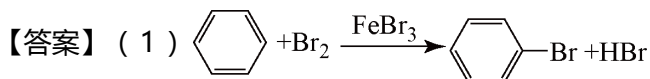


- (1) 装置 (II) 中发生反应的化学方程式为 $2\text{Fe} + 3\text{Br}_2 = 2\text{FeBr}_3$ 、_____。
- (2) 实验开始时, 关闭 K_2 、开启 K_1 和分液漏斗活塞, 滴加苯和液溴的混合液, III 中小试管内苯的作用是_____。
- (3) 能说明苯与液溴发生了取代反应的现象是_____。
- (4) 反应结束后, 要让装置 I 中的水倒吸入装置 II 中, 这样操作的目的是_____。简述这一操作的方法:_____。

(5) 四个实验装置中能起到防倒吸作用的装置有 _____。

(6) 将装置(II)反应后的液体依次进行下列实验操作就可得到较纯净的溴苯。

- ①用蒸馏水洗涤, 振荡, 分液;
- ②用5%的NaOH溶液洗涤, 振荡, 分液;
- ③用蒸馏水洗涤, 振荡, 分液;
- ④加入无水CaCl₂粉末干燥;
- ⑤ _____ (填操作名称)。



(2) 吸收 Br₂

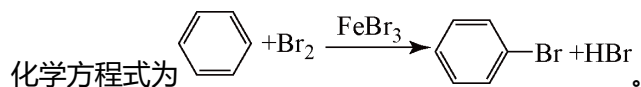
(3) III中 AgNO₃ 溶液内有浅黄色沉淀生成

(4) 使I的水倒吸入II中以除去 HBr, 以免逸出污染空气; 开启 K₂, 关闭 K₁ 和分液漏斗活塞

(5) III、IV

(6) 蒸馏

【解析】(1) 苯在 FeBr₃ 作催化剂的作用下, 与 Br₂ 发生取代反应生成溴苯, 发生反应的



(2) III中小试管内苯的作用是除去溴化氢中的溴蒸气, 避免干扰溴离子检验。

(3) 因从冷凝管出来的气体为溴化氢, 溴化氢不溶于苯, 溴化氢能与硝酸银反应生成溴化银沉淀。

(4) 因装置II中含有溴化氢气体能污染空气, 使I的水倒吸入II中可以除去溴化氢气体, 以免逸出污染空气; 操作方法为开启 K₂, 关闭 K₁ 和分液漏斗活塞。

(5) 装置III中的导管没有与溶液接触, 能防倒吸, IV中干燥管上方面积较大, 当液体倒吸后考自身重量回落防止了倒吸。

(6) 加入无水 CaCl₂ 粉末干燥, 然后通过蒸馏操作, 获得纯净的溴苯。

22. 应对雾霾污染、改善空气质量需要从多方面入手, 如开发利用清洁能源。甲醇是一种可再生的清洁能源, 具有广阔的开发和应用前景。

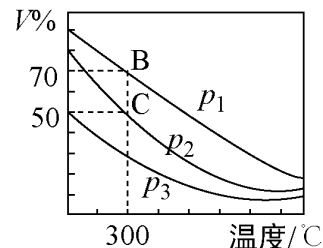
(1) 已知: ① $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +93.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

② $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -192.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

③ $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) = \text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) \quad \Delta H = -38.19 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

则表示 CH₃OH 的燃烧热的热化学方程式为 _____。

(2) 在一定条件下用 CO 和 H₂ 合成 CH₃OH : CO(g) + 2H₂(g) ⇌ CH₃OH(g) 在 2 L 恒容密闭容器中充入 1 mol CO 和 2 mol H₂, 在催化剂作用下充分反应。如图表示平衡混合物中 CH₃OH 的体积分数在不同压强下随温度的变化的平衡曲线。回答下列问题:



- ① 该反应的反应热 ΔH _____ 0 (填 “>” 或 “<”), 在 _____ (填 “高温”、“低温”) 下易自发, 压强的相对大小与 p_1 _____ p_2 (填 “>” 或 “<”)。
- ② 压强为 p_2 , 温度为 300°C 时, 该反应的化学平衡常数的计算表达式为 $K =$ _____。
- ③ 下列各项中, 不能说明该反应已经达到平衡的是 _____。
- A. 容器内气体压强不再变化
B. $v(\text{CO}) : v(\text{H}_2) = 1 : 2$
C. 容器内的密度不在变化
D. 容器内混合气体的平均相对分子质量不再变化
E. 容器内各组分的质量分数不再变化
- ④ 某温度下, 在保证 H₂ 浓度不变的情况下, 增大容器的体积, 平衡 _____。
- A. 向正反应方向移动
B. 向逆反应方向移动
C. 不移动

【答案】(1) $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + \frac{3}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -726.51 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(2) ① <; 低温; >

② $\frac{0.375}{0.125 \times 0.25^2} (\text{mol/L})^{-2}$

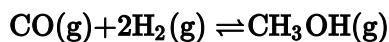
③ BC

④ C

【解析】(1) 根据盖斯定律可知, 由②×3-①×2-③即得此反应。

(2) ① 由图可知, 升高温度, CH₃OH 的体积分数减小, 平衡逆向移动, 则该反应的 $\Delta H < 0$; 已知 $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ 的 $\Delta S < 0$, 根据 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$, 当反应处于低温时, $\Delta G < 0$, 反应能自发进行; 300°C 时, 增大压强, 平衡正向移动, CH₃OH 的体积分数增大, 所以 $P_1 > P_2$ 。

② 压强为 p_2 ，温度为 300°C 时，平衡混合物中 CH_3OH 的体积分数为 50%



起始物质的量浓度 (mol/L) 0.5 1 0

变化的物质的量为浓度 (mol/L) c $2c$ c

平衡的物质的量为浓度 (mol/L) $0.5 - c$ $1 - 2c$ c

则: $\frac{c}{0.5 - c + 1 - 2c + c} = 50\%$, 解得: $c = 0.375$, 则该反应的化学平衡常数的计算表达式为 $K = \frac{c(\text{CH}_3\text{OH})}{c(\text{CO}) \times c(\text{H}_2)^2} = \frac{0.375}{0.125 \times 0.25^2} (\text{mol/L})^{-2}$

③ A. 随反应进行混合气体物质的量减小，恒温恒容下压强减小，容器中压强保持不变说明到达平衡，故A错误；

B. 伴随反应的进行过程中，始终保持 $v(\text{CO}) : v(\text{H}_2) = 1 : 2$ ，则不能说明反应到达平衡，故B正确；

C. 混合气体总质量不变，恒温恒容下，容器内气体密度始终保持不变，不能说明反应到达平衡，故C正确；

D. 混合气体总质量不变，随反应进行混合气体物质的量减小，平均相对分子质量增大，平均相对分子质量不变说明到达平衡，故D错误；

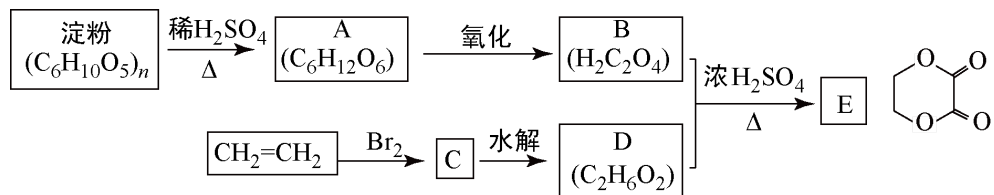
E. 容器内各组分的质量分数不再变化说明到达平衡，故E错误；

故选BC。

④ 某温度下，在保证 H_2 浓度不变的情况下，增大容器的体积，说明 $c(\text{CH}_3\text{OH})$ 与 $c(\text{CO})$ 同等倍数减小，又浓度商 $Q_c = K$ ，平衡不移动，故C正确；

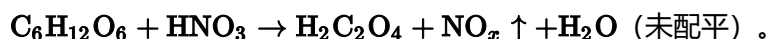
故选C。

23. 由淀粉、乙烯和其他无机物原料合成环状化合物 E，其合成过程如图所示，请通过分析回答下列问题。



(1) 写出淀粉水解制备 A 的化学方程式 _____。

(2) 用浓 HNO_3 、浓 H_2SO_4 氧化 A 获取 B 的原理为：



① 检验氧化后的溶液中是否仍含有 A 的具体实验方案

为 _____。

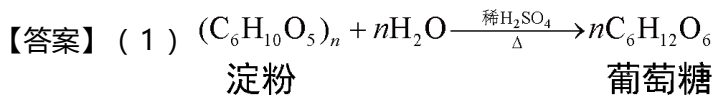
② 氧化时需控制反应液温度为 55 ~ 60°C (温度过高或过低均影响 B 的生产效率) 的原

因是 _____。

(3) B 物质中官能团的名称为 _____, C → D 的反应类型为 _____。

(4) 合成 E 的化学方程式为 _____。

(5) 物质 X 与 C 互为同分异构体, 则 X 可能的结构简式为 _____。



(2) ① 取适量氧化后所得溶液, 加入过量 NaOH 溶液, 向其中加入新制 Cu(OH)₂ 悬浊液, 加热, 若有砖红色沉淀产生, 说明含有 A

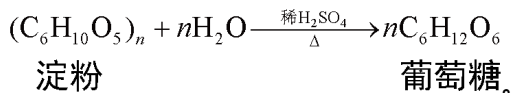
② 温度过低反应过慢, 温度过高硝酸会分解 (或挥发)

(3) 羧基; 取代反应



(5) CH₃CHBr₂

【解析】(1) 淀粉在稀硫酸作催化剂的作用下, 完全水解生成葡萄糖的化学方程式为



(2) ① 葡萄糖分子结构中有醛基, 可取适量氧化后所得溶液, 加入过量 NaOH 溶液, 向其中加入新制 Cu(OH)₂ 悬浊液, 加热, 若有砖红色沉淀产生, 说明含有葡萄糖。

② 因硝酸不稳定, 受热分解, 同时温度对反应速率影响有明显作用, 考虑到温度过低反应过慢, 温度过高硝酸会分解, 则氧化时需控制反应液温度为 55 ~ 60°C 为宜。

(3) 乙二酸分子中官能团的名称为羧基, CH₂BrCH₂Br 水解生成乙二醇, 反应类型为取代反应。

(4) 乙二醇和乙二酸发生酯化反应的化学方程式为



(5) CH₂BrCH₂Br 的同分异构体 X 的结构简式只可能是 CH₃CHBr₂。

短周期元素 a ~ g 在表中的位置如表，请回答下列问题：

a						
			b	c	d	
e		f			g	

(1) d、e 元素常见离子的半径由大到小的顺序为 (用化学式表示) _____ ; b、c 两元素非金属性较强的是 (写元素符号) = _____ , 写出能证明这一结论的一个化学方程式 _____ 。

(2) 下列有关说法正确的是 ()

- A. e 在 d₂ 中燃烧, 生成 e₂d
- B. 加热熔化 eda 时不可用 Al₂O₃ 坩埚, 可用瓷坩埚
- C. 将 gd₂ 通入溴水中, 溴水褪色, 体现了 gd₂ 的漂白性
- D. 将打磨过的 f 置于酒精灯上点燃, 观察到 f 熔化但未见液滴滴落

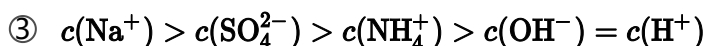
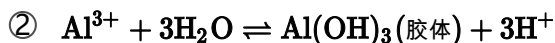
(3) 上述元素可组成盐 R : ca₄f(gd₄)₂ 和盐 S : ca₄agd₄。

- ① 相同条件下, 0.1 mol · L⁻¹ 盐 R 中 c(ca₄⁺) _____ (填 “=”、“>” 或 “<”) 0.1 mol · L⁻¹ 盐 S 中 c(ca₄⁺)。
- ② R 常用作净水剂, 其原理为 (用离子方程式表示) _____ 。
- ③ 向盛有 10 mL 1 mol · L⁻¹ 盐 S 溶液的烧杯中滴加 1 mol · L⁻¹ NaOH 溶液至中性, 则反应后各离子浓度由大到小的排列顺序是 _____ 。
- ④ 向盛有 10 mL 1 mol · L⁻¹ 盐 R 溶液的烧杯中滴加 1 mol · L⁻¹ NaOH 溶液 32 mL 后, 继续滴加至 35 mL, 写出此时段 (32 mL ~ 35 mL) 间发生的离子方程式: _____ 。

【答案】(1) O²⁻ > Na⁺; N; 2HNO₃ + Na₂CO₃ = 2NaNO₃ + CO₂ ↑ + H₂O

(2) D

(3) ① <



【解析】(1) 由元素在周期表中位置可知, a 为 H、b 为 C、c 为 N、d 为 O、e 为 Na、f 为 Al、g 为 S; 电子层结构相同的离子, 核电荷数越大离子半径越小, 故离子半径: O²⁻ > Na⁺; 同周期自左而右元素非金属性增强, 故非金属性 N > C, 可以利用最高价含氧酸中强酸制备弱酸进行验证, 反应方程式为:



(2) A. Na 在 O₂ 中燃烧, 生成黄色粉末 Na₂O₂, 故A错误;

B. 在加热熔化状态下, NaOH 能与 Al_2O_3 和 SiO_2 反应生成盐和水, 则加热熔化 NaOH 时不可用 Al_2O_3 坩埚, 也不可用瓷坩埚, 故B错误;

C. 将 SO_2 通入溴水中, 溴水褪色, 体现 SO_2 的还原性, 而不是漂白性, 故C错误;

D. 打磨过的 Al 置于酒精灯上点燃, 因表面快速氧化生成氧化铝, 且氧化铝的熔点比 Al 高, 则观察到 Al 熔化但未见液滴滴落, 故D正确;

故选D。

(3) ① $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2$ 溶液中铵根离子与铝离子相互抑制水解, 而 NH_4HSO_4 溶液中氢离子抑制铵根离子水解, 铝离子抑制程度不如酸的抑制程度大, 则 NH_4HSO_4 溶液中铵根离子浓度更大, 即相同条件下, $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐 $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2$ 中 $c(\text{NH}_4^+) < 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐 NH_4HSO_4 中 $c(\text{NH}_4^+)$ 。

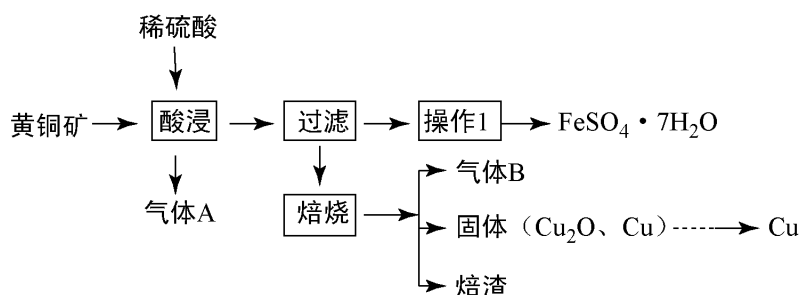
② $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2$ 常用作净水剂, 是因为 Al^{3+} 水解生成的氢氧化铝胶体能吸附悬浮物, 发生反应的离子方程式为



③ NH_4HSO_4 与 NaOH 按物质的量 1 : 1 反应时为硫酸钠、硫酸铵混合溶液, 溶液呈酸性, 二者混合呈中性, 还有一水合氨生成, 为硫酸钠、硫酸铵、一水合氨混合溶液, 则反应后各离子浓度由大到小的排列顺序是:
 $c(\text{Na}^+) > c(\text{SO}_4^{2-}) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+)$ 。

④ 10 mL $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2$ 溶液中 Al^{3+} 物质的量为 0.01 mol, NH_4^+ 的物质的量为 0.01 mol, SO_4^{2-} 的物质的量为 0.02 mol, 32 mL 1 mol/L NaOH 溶液中 NaOH 物质的量为 $0.032 \text{ L} \times 1 \text{ mol/L} = 0.032 \text{ mol}$, 由 $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$, 可知完全沉淀铝离子消耗 0.03 mol NaOH , 消耗 NaOH 溶液 30 mL, 由 $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 可知铵根离子完全反应消耗 NaOH 为 0.01 mol, 又消耗 NaOH 溶液 10 mL, 故加入 32 mL NaOH 溶液后, 继续滴加至 35 mL 时反应离子方程式为: $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。

25. 工业上由黄铜矿(主要成分 CuFeS_2) 制取 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 和 Cu 的主要流程如下:

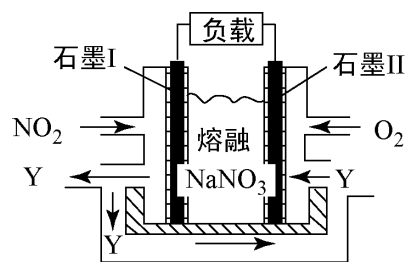


(1) 检验酸浸过程中 Fe^{2+} 是否被氧化, 应选择 _____ (填字母编号)。

- A. KMnO_4 溶液
- B. $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液
- C. KSCN 溶液

(2) 酸浸过程中主要反应的化学方程式为 _____。

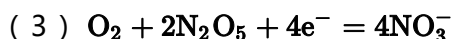
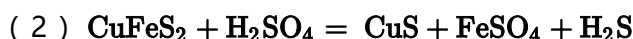
(3) 电解粗铜制精铜时, 可采用 NO_2 、 O_2 和熔融 NaNO_3 制作的燃料电池作电源, 其原理如图, 该电池在使用过程中石墨 I 电极上生成氧化物 Y, 则其正极的电极反应为: _____。



(4) 某同学向盛有 H_2O_2 溶液的试管中加入几滴酸化的 FeSO_4 溶液, 溶液变成棕黄色, 发生反应的离子方程式为 _____。一段时间后, 溶液中有气泡出现, 并放热, 随后有红褐色沉淀生成; 产生气泡的原因是 _____, 生成沉淀的原因是 _____ (用平衡移动原理解释)。

(5) 已知 25°C 时, $K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 4.0 \times 10^{-38}$, 此温度下, 若实验室中配制 2.5 mol/L 100 mL $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液, 为使配制过程中不出现浑浊, 则至少需要加 10 mol/L 的硫酸 _____ mL (忽略加入硫酸的体积)。

【答案】(1) C



(4) $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$; Fe^{3+} 催化 H_2O_2 分解产生 O_2 ;
 H_2O_2 分解反应放热, 促进 Fe^{3+} 的水解平衡正向移动

(5) 0.25

【解析】(1) 方法一: Fe^{2+} 易被氧化为 Fe^{3+} , 通常 KSCN 溶液遇含有 Fe^{3+} 的溶液显红色, 而 KMnO_4 溶液或 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液是检验溶液中的 Fe^{2+} 。
故选C。

方法二: 检验酸浸过程中 Fe^{2+} 是否被氧化, 需要检验溶液中是否含有 Fe^{3+} , KMnO_4 溶液、 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液用于检验 Fe^{2+} , 检验 Fe^{3+} 可用 KSCN 溶液。
故选C。

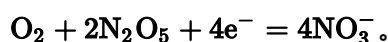
(2) 方法一：酸浸过程中稀硫酸溶解 CuFeS_2 生成硫酸铜、硫酸亚铁及硫化氢，发生反应的化学方程式为 $\text{CuFeS}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuS} + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{S}$ 。

方法二：酸浸过程中， CuFeS_2 与 H_2SO_4 反应生成 CuS 、 FeSO_4 和 $\text{H}_2\text{S} \uparrow$ ，反应方程式为 $\text{CuFeS}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuS} + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{S} \uparrow$ 。

故答案为： $\text{CuFeS}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuS} + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{S} \uparrow$ 。

(3) 方法一：以 NO_2 、 O_2 、熔融 NaNO_3 组成的燃料电池，石墨Ⅱ为原电池的正极，发生还原反应，电极方程式为 $\text{O}_2 + 2\text{N}_2\text{O}_5 + 4\text{e}^- = 4\text{NO}_3^-$ 。

方法二：电解粗铜制精铜时，可采用 NO_2 、 O_2 和熔融 NaNO_3 制作的燃料电池作电源，其原理如图 2，在使用过程中石墨 I 电极反应生成一种氧化物 Y，二氧化氮在负极失电子发生氧化反应，元素化合价升高为 +5 价，其氧化物应该为 N_2O_5 ，发生的电极反应为 $\text{NO}_2 + \text{NO}_3^- - \text{e}^- = \text{N}_2\text{O}_5$ ，则 Y 为 N_2O_5 ，正极上氧气得到电子，结合 N_2O_5 生成硝酸根离子，则正极反应式为：



故答案为： $\text{O}_2 + 2\text{N}_2\text{O}_5 + 4\text{e}^- = 4\text{NO}_3^-$ 。

(4) 方法一：向盛有 H_2O_2 溶液的试管中加入几滴酸化的 FeCl_2 溶液，发生的离子方程式为： $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ ； Fe^{3+} 催化氧化 H_2O_2 分解产生 O_2 ，故一段时间后，溶液中有气泡出现；生成沉淀的原因是 H_2O_2 分解反应放热，促进 Fe^{3+} 的水解平衡正向移动。

方法二：向盛有 H_2O_2 溶液的试管中加入几滴酸化的 FeSO_4 溶液，发生的离子方程式为： $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ ； Fe^{3+} 催化氧化 H_2O_2 分解产生 O_2 ，故一段时间后，溶液中有气泡出现；由于 H_2O_2 分解反应放热，促进 Fe^{3+} 的水解平衡正向移动，从而生成氢氧化铁沉淀。

故答案为： $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ ； Fe^{3+} 催化氧化 H_2O_2 分解产生 O_2 ； H_2O_2 分解反应放热，促进 Fe^{3+} 的水解平衡正向移动。

(5) 方法一：若不出现浑浊现象，则 $c(\text{Fe}^{3+}) \times c^3(\text{OH}^-) \leq K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3]$ ，代入有关数据后可求出 $c(\text{OH}^-) \leq 2 \times 10^{-13} \text{ mol/L}$ ， $c(\text{H}^+) \geq 0.05 \text{ mol/L}$ ，则加入硫酸的体积至少为 $\frac{(0.1 \times 0.05)}{(2 \times 10)} = 2.5 \times 10^{-4} \text{ L} = 0.25 \text{ mL}$ 。

方法二：2.5 mol/L 100 mL $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中

$$c(\text{Fe}^{3+}) = 2.5 \text{ mol/L} \times 2 = 5 \text{ mol/L}，$$

若不出现浑浊现象，则 $c(\text{Fe}^{3+}) \times c^3(\text{OH}^-) \leq K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 4.0 \times 10^{-38}$

，代入有关数据后可求出

$$c(\text{OH}^-) \leq \sqrt[3]{\frac{4 \times 10^{-38}}{5}} \text{ mol/L} = 2 \times 10^{-13} \text{ mol/L}， \text{ 则}$$

$$c(\text{H}^+) \geq \frac{1 \times 10^{-14}}{2 \times 10^{-13}} \text{ mol/L} = 0.05 \text{ mol/L},$$

所以至少需要加 10 mol/L 的硫酸体积为:

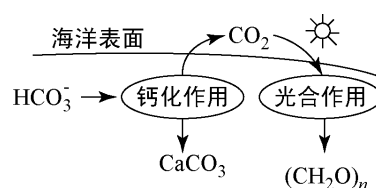
$$\frac{0.05 \text{ mol/L} \times 0.1 \text{ L}}{10 \text{ mol/L} \times 2} = 0.00025 \text{ L} = 0.25 \text{ mL}.$$

故答案为: 0.25。

26. 研究 CO_2 在海洋中的转移和归宿, 是当今海洋科学研究的前沿领域。

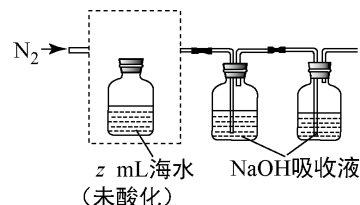
(1) 溶于海水的 CO_2 主要以 4 种无机碳形式存在, 其中 HCO_3^- 占 95%, 写出 CO_2 溶于水产生 HCO_3^- 的方程式: _____。

(2) 在海洋循环中, 通过如图所示的途径固碳, 写出钙化作用的离子方程式 _____。



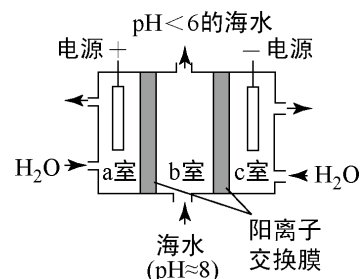
(3) 海水中溶解无机碳占海水总碳的 95% 以上, 其准确测量是研究海洋碳循环的基础, 测量溶解无机碳, 可采用如下方法:

① 吸收 CO_2 气体。用 N_2 从酸化后的海水中吹出 CO_2 并用碱液吸收 (装置如图), 将虚线框中的装置补充完整并标出所用试剂 _____。



② 滴定。将吸收液吸收的无机碳转化为 NaHCO_3 , 再用 $x \text{ mol/L}$ 盐酸滴定, 消耗 $y \text{ mL}$ 盐酸, 则海水中溶解无机碳的浓度 = _____ mol/L。

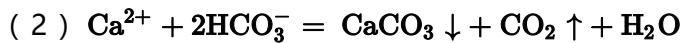
(4) 利用下图所示装置从海水中提取 CO_2 , 有利于减少环境温室气体含量。



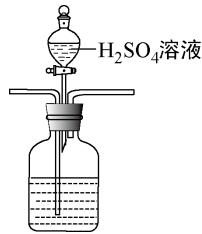
① 结合方程式简述提取 CO_2 的原理: _____。

② 用该装置产生的物质处理 b 室排出的海水, 合格后排回大海。处理至合格的具体方法是 _____。

【答案】(1) $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$; $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$



(3) ①



② $\frac{xy}{z}$

(4) ① a 室反应为 $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$, H^+ 通过阳离子膜从 a 室进入 b 室, 发生反应: $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

② 用 c 室排除的碱液将从 b 室排出的酸性海水调节至接近装置入口海水的 pH

【解析】(1) 二氧化碳溶于水生成的碳酸为弱酸, 部分电离生成碳酸氢根, 有关方程式为: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$; $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$ 。

(2) 反应物中含有碳酸氢根, 生成物为碳酸钙, 依据元素守恒以及电荷守恒得出方程式为: $2\text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

(3) ① 酸化海水, 可以使用试剂: 稀硫酸, 利用分液漏斗滴加, 长管进气, 短管



出气, 故装置为: _____。

② 此反应原理为: $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, 即碳酸氢钠与盐酸的物质的量之比为 1:1, 那么海水中碳酸氢钠的浓度为 c , 体积均为 mL , 依据题意有 $c \times z = xy$, 解 $c = \frac{xy}{z}$ 。

(4) ① a 室发生反应: $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = 4\text{H}^+ + \text{O}_2 \uparrow$, 氢离子通过阳离子交换膜进入 b 室, 发生反应 $\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, 即可以提取 CO_2 。

② 用该装置产生的物质处理 b 室排出的海水, 合格后排回大海。处理至合格的方法是, c 室: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$, 用 c 室排出的碱液将从 b 室排出的酸性海水调节至装置入口海水的 pH。