

## 2011 年全国统一高考化学试卷（全国卷I）

### 一、选择题

1. 等浓度的下列稀溶液：①乙酸、②苯酚、③碳酸、④乙醇，它们的 pH 由小到大排列正确的是（ ）
- A. ④②③①      B. ③①②④      C. ①②③④      D. ①③②④
2. 下列叙述错误的是（ ）
- A. 用金属钠可区分乙醇和乙醚
- B. 用高锰酸钾酸性溶液可区分己烷和 3-己烯
- C. 用水可区分苯和溴苯
- D. 用新制的银氨溶液可区分甲酸甲酯和乙醛
3. 在容积可变的密闭容器中， $2\text{mol N}_2$  和  $8\text{mol H}_2$  在一定条件下发生反应，达到平衡时， $\text{H}_2$  的转化率为 25%，则平衡时的氮气的体积分数接近于（ ）
- A. 5%      B. 10%      C. 15%      D. 20%
4. 室温时，将浓度和体积分别为  $c_1$ 、 $V_1$  的  $\text{NaOH}$  溶液和  $c_2$ 、 $V_2$  的  $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液相混合，下列关于该混合溶液的叙述错误的是（ ）
- A. 若  $\text{pH} > 7$  时，则一定是  $c_1V_1 = c_2V_2$
- B. 在任何情况下都是  $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-)$
- C. 当  $\text{pH} = 7$  时，若  $V_1 = V_2$ ，则一定是  $c_2 > c_1$
- D. 若  $V_1 = V_2$ 、 $c_1 = c_2$ ，则  $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{CH}_3\text{COOH}) = c(\text{Na}^+)$
5. 用石墨做电极电解  $\text{CuSO}_4$  溶液。通电一段时间后，欲使用电解液恢复到起始状态，应向溶液中加入适量的（ ）
- A.  $\text{CuSO}_4$       B.  $\text{H}_2\text{O}$       C.  $\text{CuO}$       D.  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
6. 将足量  $\text{CO}_2$  通入下列各溶液中，所含离子还能大量共存的是（ ）
- A.  $\text{K}^+$ 、 $\text{SiO}_3^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$       B.  $\text{H}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$
- C.  $\text{Na}^+$ 、 $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{OH}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$       D.  $\text{Na}^+$ 、 $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$ 、 $\text{CH}_3\text{COO}^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$
7.  $N_A$  为阿伏伽德罗常数，下列叙述错误的是（ ）
- A.  $18\text{g H}_2\text{O}$  中含的质子数为  $10N_A$
- B.  $12\text{g}$  金刚石含有的共价键数为  $4N_A$

C. 46g  $\text{NO}_2$  和  $\text{N}_2\text{O}_4$  混合气体中含有原子总数为  $3N_A$

D. 1 mol Na 与足量  $\text{O}_2$  反应, 生成  $\text{Na}_2\text{O}$  和  $\text{Na}_2\text{O}_2$  的混合物, 钠失去  $N_A$  个电子

8. 某含铬 ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ) 废水用硫酸亚铁铵  $[\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$  处理, 反应后铁元素和铬元素完全转化为沉淀. 该沉淀经干燥后得到  $n \text{ mol}$   $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_y\text{Cr}_x\text{O}_3$ . 不考虑处理过程中的实际损耗, 下列叙述错误的是 ( )

A. 消耗硫酸亚铁的物质的量为  $n(2+x) \text{ mol}$

B. 处理废水中的  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  的物质的量为  $\frac{nx}{2} \text{ mol}$

C. 反应中发生转移的电子数为  $3n \text{ mol}$

D. 在  $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_y\text{Cr}_x\text{O}_3$  中,  $3x=y$

## 二、解答题 (共 4 小题, 满分 60 分)

9. (15 分) 如图中, A、B、C、D、E 是单质, G、H、I、F 是 B、C、D、E 分别和 A 形成的二元化合物. 已知: ①反应  $\text{C} + \text{G} \xrightarrow{\text{高温}} \text{B} + \text{H}$  能放出大量的热, 该反应曾应用于铁轨的焊接; ②I 是一种常见的温室气体, 它和 E 可以发生反应:  $2\text{E} + \text{I} \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{F} + \text{D}$ , F 中的 E 元素的质量分数为 60%. 回答问题:

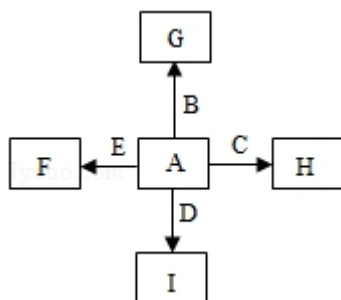
(1) ①中反应的化学方程式为\_\_\_\_\_;

(2) 化合物 I 的电子式为\_\_\_\_\_, 它的空间构型是\_\_\_\_\_;

(3) 1.6g G 溶于盐酸, 得到的溶液与铜粉完全反应, 计算至少所需铜粉的质量 (写出离子方程式和计算过程);

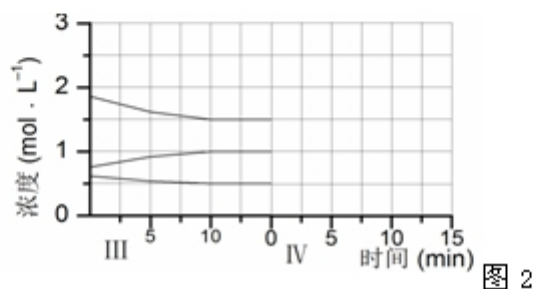
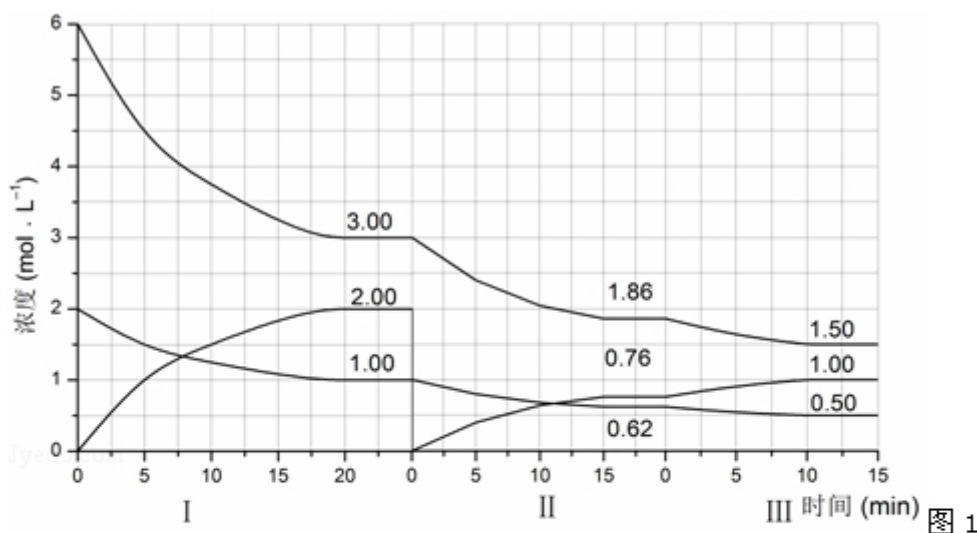
(4) C 与过量 NaOH 溶液反应的离子方程式为\_\_\_\_\_, 反应后溶液与过量化合物 I 反应的离子方程式为\_\_\_\_\_;

(5) E 在 I 中燃烧观察到的现象是\_\_\_\_\_.



10. (15 分) 反应  $aA(g) + bB(g) \xrightleftharpoons{\text{催化剂}} cC(g)$  ( $\Delta H < 0$ ) 在等容条件下进行. 改变其他反应条件, 在 I、II、III 阶段体系中各物质浓度随时间变化的曲线如图 1 所示: 回答问题:

- (1) 反应的化学方程式中,  $a:b:c$  为\_\_\_\_\_;
- (2) A 的平均反应速率  $V_I(A)$ 、 $V_{II}(A)$ 、 $V_{III}(A)$  从大到小排列次序为\_\_\_\_\_;
- (3) B 的平衡转化率  $\alpha_I(B)$ 、 $\alpha_{II}(B)$ 、 $\alpha_{III}(B)$  中最小的是\_\_\_\_\_, 其值是\_\_\_\_\_;
- (4) 由第一次平衡到第二次平衡, 平衡移动的方向是\_\_\_\_\_, 采取的措施是\_\_\_\_\_;
- (5) 比较第 II 阶段反应温度 ( $T_2$ ) 和第 III 阶段反应温度 ( $T_3$ ) 的高低:  $T_2$  \_\_\_\_\_  $T_3$  (填“>”“<”“=”), 判断的理由是\_\_\_\_\_;
- (6) 达到第三次平衡后, 将容器的体积扩大一倍, 假定 10min 后达到新的平衡, 请在下图 2 中用曲线表示第 IV 阶段体系中各物质的浓度随时间变化的趋势如图 2 (曲线上必须标出 A、B、C).



11. (15 分) 请回答下列实验中抽取气体的有关问题.

(1) 如图 1 是用  $\text{KMnO}_4$  与浓盐酸反应制取适量氯气的简易装置.

装置 B、C、D 的作用分别是: B\_\_\_\_\_; C\_\_\_\_\_; D\_\_\_\_\_;

(2) 在实验室欲制取适量 NO 气体.

①如图 2 中最适合完成该实验的简易装置是\_\_\_\_\_ (填序号);

②根据所选的装置完成下表 (不需要的可不填):

	应加入的物质	所起的作用
A		
B		
C		
D		

③简单描述应观察到的实验现象\_\_\_\_\_.

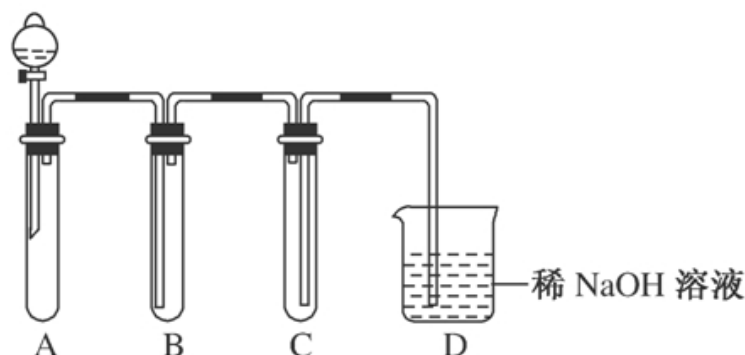


图 1

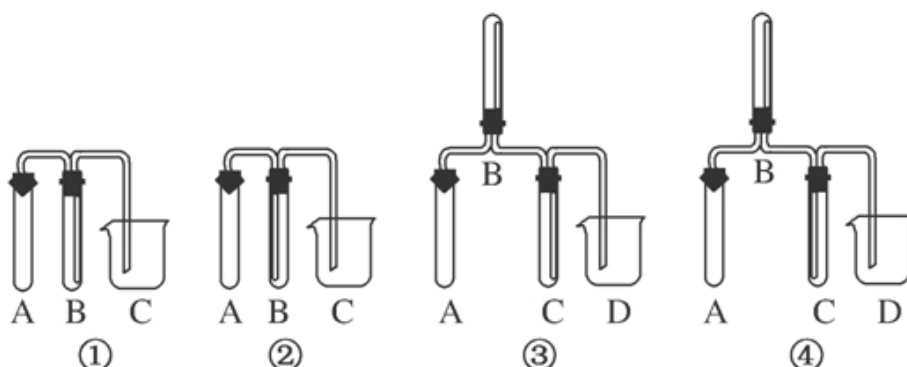


图 2

12. (15 分) 金刚烷是一种重要的化工原料, 工业上可通过图 1 途径制备, 请回答下列问题:

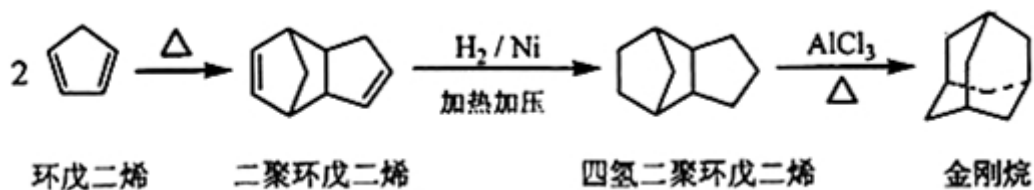


图 1

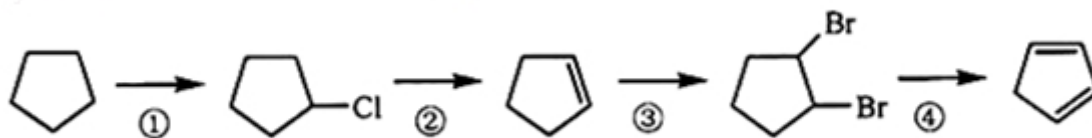
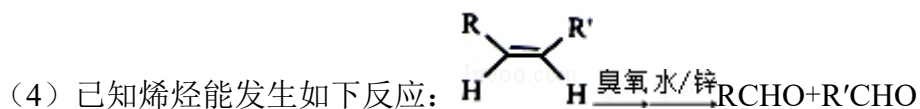


图 2

- (1) 环戊二烯分子中最多有\_\_\_\_\_个原子共平面；
- (2) 金刚烷的分子式为\_\_\_\_\_，其分子中的  $\text{CH}_2$  基团有\_\_\_\_\_个；
- (3) 图 2 是以环戊烷为原料制备环戊二烯的合成路线，其中，反应①的产物名称是\_\_\_\_\_，反应②的反应试剂和反应条件是\_\_\_\_\_，反应③的反应类型是\_\_\_\_\_；



请写出下列反应产物的结构简式：

$$\text{二聚环戊二烯} \xrightarrow{\text{臭氧水/锌}} \text{_____}$$

- (5) A 是二聚环戊二烯的同分异构体，能使溴的四氯化碳溶液褪色，A 经高锰酸钾酸性溶液加热氧化可以得到对苯二甲酸[提示：苯环上的烷基 ( $\square\text{CH}_3$ ,  $\square\text{CH}_2\text{R}$ ,  $\square\text{CHR}_2$ ) 或烯基侧链经高锰酸钾酸性溶液氧化得羧基]，写出 A 所有可能的结构简式(不考虑立体异构)：\_\_\_\_\_。

# 2011 年全国统一高考化学试卷（全国卷I）

参考答案与试题解析

## 一、选择题

1. 等浓度的下列稀溶液：①乙酸、②苯酚、③碳酸、④乙醇，它们的 pH 由小到大排列正确的是（ ）

- A. ④②③①      B. ③①②④      C. ①②③④      D. ①③②④

【考点】D8：溶液 pH 的定义.

【专题】51G：电离平衡与溶液的 pH 专题.

【分析】依据酸性强弱的大小顺序分析判断溶液 pH；酸性强弱为：乙酸>碳酸>苯酚>乙醇.

【解答】解：浓度相同条件下，根据乙酸与碳酸氢钠反应生成二氧化碳气体，说明乙酸酸性大于碳酸；苯酚溶液不能使酸碱指示剂变色，苯酚钠溶液中通入过量二氧化碳生成苯酚和碳酸氢钠，证明说明苯酚酸性很弱，小于碳酸的酸性，乙醇是中性的非电解质溶液；溶液 pH 由小到大排列正确的是①③②④；

故选：D。

【点评】本题考查了常见物质酸性强弱的比较依据，掌握物质性质是解题关键，题目较简单.

2. 下列叙述错误的是（ ）

- A. 用金属钠可区分乙醇和乙醚  
B. 用高锰酸钾酸性溶液可区分己烷和 3-己烯  
C. 用水可区分苯和溴苯  
D. 用新制的银氨溶液可区分甲酸甲酯和乙醛

【考点】HA：有机物的鉴别.

【专题】534：有机物的化学性质及推断.

【分析】A. 乙醇含有 $\text{-OH}$ ，乙醚含有醚键；

B. 碳碳双键可与酸性高锰酸钾发生氧化还原反应；

C. 苯和溴苯的密度不同；

D. 甲酸甲酯和乙醛都含有醛基.

【解答】解：A. 乙醇含有 $\text{-OH}$ ，可与金属钠发生反应，而乙醚与钠不反应，可鉴别，故 A 正确；

B. 己烷为饱和烃，与酸性高锰酸钾不反应，而己烯含有碳碳双键，可使酸性高锰酸钾褪色，可鉴别，故 B 正确；

C. 苯的密度比水小，溴苯的密度比水大，可鉴别，故 C 正确；

D. 甲酸甲酯和乙醛都含有醛基，都可发生银镜反应，不能鉴别，故 D 错误。

故选：D。

【点评】本题考查有机物的鉴别，题目难度不大，注意把握有机物性质的异同，易错点为 D，注意二者的官能团的种类和性质。

3. 在容积可变的密闭容器中， $2\text{mol N}_2$  和  $8\text{mol H}_2$  在一定条件下发生反应，达到平衡时， $\text{H}_2$  的转化率为 25%，则平衡时的氮气的体积分数接近于（ ）

A. 5%

B. 10%

C. 15%

D. 20%

【考点】CP：化学平衡的计算.

【专题】51E：化学平衡专题.

【分析】容积可变的密闭容器中，发生  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightleftharpoons{\text{一定条件}} 2\text{NH}_3$ ,

开始	2	8	0
转化	$\frac{2}{3}$	2	$\frac{4}{3}$
平衡	$(2 - \frac{2}{3})$	6	$\frac{4}{3}$

根据物质的量之比等于体积之比来计算平衡时的氮气的体积分数.

【解答】解：达到平衡时， $\text{H}_2$  的转化率为 25%，则转化的氢气的物质的量为  $8\text{mol} \times 25\% = 2\text{mol}$ ，则

容积可变的密闭容器中，发生  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightleftharpoons{\text{一定条件}} 2\text{NH}_3$ ，

开始	2	8	0
转化	$\frac{2}{3}$	2	$\frac{4}{3}$
平衡	$(2 - \frac{2}{3})$	6	$\frac{4}{3}$

则平衡时的氮气的体积分数为  $\frac{2 - \frac{2}{3}}{(2 - \frac{2}{3}) + 6 + \frac{4}{3}} \times 100\% \approx 15\%$ ，

故选：C。

**【点评】** 本题考查化学平衡的计算，明确三段法计算及物质的量之比等于体积之比的关系即可解答，题目难度不大。

4. 室温时，将浓度和体积分别为  $c_1$ 、 $V_1$  的 NaOH 溶液和  $c_2$ 、 $V_2$  的  $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液相混合，下列关于该混合溶液的叙述错误的是（ ）

- A. 若  $\text{pH} > 7$  时，则一定是  $c_1 V_1 = c_2 V_2$
- B. 在任何情况下都是  $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-)$
- C. 当  $\text{pH} = 7$  时，若  $V_1 = V_2$ ，则一定是  $c_2 > c_1$
- D. 若  $V_1 = V_2$ 、 $c_1 = c_2$ ，则  $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{CH}_3\text{COOH}) = c(\text{Na}^+)$

**【考点】** DO：酸碱混合时的定性判断及有关 pH 的计算。

**【专题】** 51G：电离平衡与溶液的 pH 专题。

**【分析】** A、当溶液呈碱性时，溶液中氢离子浓度小于氢氧根离子浓度，但混合时醋酸的物质的量不一定等于氢氧化钠的物质的量；

B、溶液呈电中性，溶液中阴阳离子所带电荷相等；

C、醋酸钠是强碱弱酸盐，其水溶液呈碱性，若要使其呈中性，酸应该稍微过量；

D、当醋酸和氢氧化钠的物质的量相等时，根据物料守恒确定醋酸根离子和醋酸分子浓度与钠离子浓度的关系。

**【解答】** 解：A、醋酸是弱酸，氢氧化钠是强碱，所以等物质的量的酸和碱混合时，溶液呈碱性，当氢氧化钠过量时溶液更呈碱性，所以当  $\text{pH} > 7$  时，则



一定是  $c_1V_1 \geq c_2V_2$ ，故 A 选；

B、溶液呈电中性，溶液中阴阳离子所带电荷相等，所以得  $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-)$ ，故 B 不选；

C、醋酸钠是强碱弱酸盐，其水溶液呈碱性，若要使混合溶液呈中性，酸应该稍微过量，所以当  $\text{pH}=7$  时，若  $V_1=V_2$ ，则一定是  $c_2 > c_1$ ，故 C 不选；

D、如果  $V_1=V_2$ 、 $C_1=C_2$ ，则醋酸和氢氧化钠的物质的量相等，混合后恰好反应生成醋酸钠，根据溶液中物料守恒得  $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{CH}_3\text{COOH}) = c(\text{Na}^+)$ ，故 D 不选；

故选：A。

**【点评】** 本题考查了酸碱混合溶液的定性判断，根据溶液中物料守恒和电荷守恒即可解答本题，该知识点是学习的难点，也是考试的热点。

5. 用石墨做电极电解  $\text{CuSO}_4$  溶液。通电一段时间后，欲使用电解液恢复到起始状态，应向溶液中加入适量的（ ）

A.  $\text{CuSO}_4$       B.  $\text{H}_2\text{O}$       C.  $\text{CuO}$       D.  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

**【考点】** DI：电解原理。

**【专题】** 51I：电化学专题。

**【分析】** 用铂电极电解  $\text{CuSO}_4$  溶液，阴极铜离子放电，阳极氢氧根离子放电，然后根据析出的物质向溶液中加入它们形成的化合物即可；

**【解答】** 解：  $\text{CuSO}_4$  溶液存在的阴离子为：  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{OH}^-$ ， $\text{OH}^-$  离子的放电能力大于  $\text{SO}_4^{2-}$  离子的放电能力，所以  $\text{OH}^-$  离子放电生成氧气；

溶液中存在的阳离子是  $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{H}^+$ ， $\text{Cu}^{2+}$  离子的放电能力大于  $\text{H}^+$  离子的放电能力，所以  $\text{Cu}^{2+}$  离子放电生成 Cu；

溶液变成硫酸溶液；

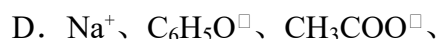
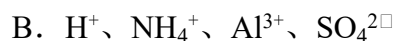
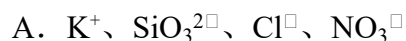
电解硫酸铜的方程式为：
$$2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{Cu} + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{SO}_4$$

所以从溶液中析出的物质是氧气和铜，因为氧气和铜和稀硫酸都不反应，但和氧化铜反应，氧气和铜反应生成氧化铜，所以向溶液中加入氧化铜即可，

故选：C。

【点评】本题考查了电解原理，能正确判断溶液中离子的放电顺序从而确定析出的物质是解本题的关键，难度不大。

6. 将足量  $\text{CO}_2$  通入下列各溶液中，所含离子还能大量共存的是（ ）



【考点】DP：离子共存问题。

【专题】516：离子反应专题。

【分析】将足量  $\text{CO}_2$  通入溶液中，溶液呈弱酸性，凡是对应的酸比碳酸弱的酸根离子以及  $\text{OH}^-$  不能共存。

【解答】解：A.  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  酸性比碳酸弱，通入过量  $\text{CO}_2$ ， $\text{SiO}_3^{2-}$  不能大量共存，故 A 错误；

B. 通入过量  $\text{CO}_2$ ，四种离子在酸性条件下不发生任何反应，可大量共存，故 B 正确；

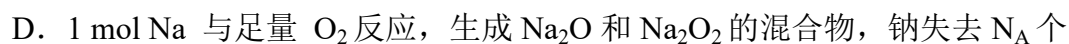
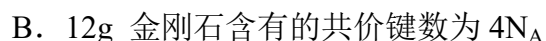
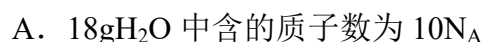
C.  $\text{OH}^-$  与  $\text{CO}_2$  反应而不能大量共存，故 C 错误；

D.  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$  酸性比碳酸弱，通入过量  $\text{CO}_2$ ， $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$  不能大量共存，故 D 错误。

故选：B。

【点评】本题考查离子共存问题，题目难度不大，本题注意比碳酸弱的酸的种类即可解答。

7.  $N_A$  为阿伏伽德罗常数，下列叙述错误的是（ ）



电子

【考点】4F：阿伏加德罗常数.

【专题】16：压轴题；518：阿伏加德罗常数和阿伏加德罗定律.

【分析】A、质量换算物质的量计算微粒数；

B、质量换算物质的量，结合金刚石结构分析判断；

C、质量换算物质的量， $\text{NO}_2$  和  $\text{N}_2\text{O}_4$ ，最简比相同，只计算 46g  $\text{NO}_2$  中原子数即可；

D、钠和氧气反应生成氧化钠和过氧化钠失电子数相同.

【解答】解：A、18g  $\text{H}_2\text{O}$  物质的量为 1mol，水分子中含质子数 10，含的质子数为  $10N_A$ ，故 A 正确；

B、12g 金刚石物质的量为 1mol，金刚石中每一个碳原子和四个碳原子形成化学键，每两个碳原子形成一个化学键，所以 1mol 金刚石含有的共价键数为  $2N_A$ ，故 B 错误；

C、 $\text{NO}_2$  和  $\text{N}_2\text{O}_4$ ，最简比相同，只计算 46g  $\text{NO}_2$  中原子数即可，46g  $\text{NO}_2$  和  $\text{N}_2\text{O}_4$  混合气体中含有原子总数为  $3N_A$ ，故 C 正确；

D、钠原子最外层 1 个电子，1 mol Na 与足量  $\text{O}_2$  反应，生成  $\text{Na}_2\text{O}$  和  $\text{Na}_2\text{O}_2$  的混合物，钠失去  $N_A$  个电子，故 D 正确；

故选：B。

【点评】本题考查了阿伏伽德罗常数的应用，主要考查质量换算物质的量计算微粒数的方法，注意掌握金刚石的结构特征分析.

8. 某含铬 ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ) 废水用硫酸亚铁铵  $[\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$  处理，反应后铁元素和铬元素完全转化为沉淀. 该沉淀经干燥后得到  $n \text{ mol FeO} \cdot \text{Fe}_y\text{Cr}_x\text{O}_3$ . 不考虑处理过程中的实际损耗，下列叙述错误的是 ( )

A. 消耗硫酸亚铁的物质的量为  $n(2+x) \text{ mol}$

B. 处理废水中的  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  的物质的量为  $\frac{nx}{2} \text{ mol}$

C. 反应中发生转移的电子数为  $3n x \text{ mol}$

D. 在  $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_y\text{Cr}_x\text{O}_3$  中， $3x=y$

【考点】54：物质的量的相关计算；BQ：氧化还原反应的计算；DI：电解原理。

【专题】16：压轴题；51I：电化学专题。

【分析】A、由铁元素守恒，求出消耗硫酸亚铁的物质的量，结合电子转移守恒或  $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_y\text{Cr}_x\text{O}_3$  电中性找出  $x$  与  $y$ ，代入硫酸亚铁的物质的量计算；

B、反应的铬元素完全转化为沉淀，根据铬原子守恒计算；

C、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  中 Cr 为 +6 价，被还原为 +3 价 Cr，每个 Cr 原子得 3 个电子，计算出 Cr 原子物质的量，转移电子为 Cr 原子物质的量 3 倍；

D、根据失电子守恒计算。

【解答】解：A. 由铁元素守恒，消耗硫酸亚铁的物质的量为  $n(y+1)$ ，故 A 错误；

B. 根据铬原子守恒，Cr 原子为  $nx\text{mol}$ ，故  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  的物质的量为  $\frac{nx}{2}$ ，故 B 正确；

C. 得到  $nmol\text{FeO} \cdot \text{Fe}_y\text{Cr}_x\text{O}_3$ ，则一共有  $nx\text{mol}$  Cr 原子参加反应， $1\text{mol}$  Cr 转移电子  $3\text{mol}$ ，故转移的电子数为  $3nx\text{mol}$ ，故 C 正确；

D.  $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_y\text{Cr}_x\text{O}_3$  中，Cr 为正三价，由得失电子守恒知  $3x - y = 0$ ，即  $3x = y$ ，故 D 正确。

故选：A。

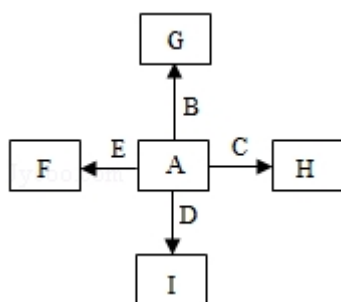
【点评】本题考查氧化还原反应规律，难度较大，明确氧化还原反应中存在的原子个数守恒、电荷守恒规律是解题关键，注意在计算中守恒思想的应用。

## 二、解答题（共 4 小题，满分 60 分）

9. （15 分）如图中，A、B、C、D、E 是单质，G、H、I、F 是 B、C、D、E 分别和 A 形成的二元化合物。已知：①反应  $\text{C} + \text{G} \xrightarrow{\text{高温}} \text{B} + \text{H}$  能放出大量的热，该反应曾应用于铁轨的焊接；②I 是一种常见的温室气体，它和 E 可以发生反应： $2\text{E} + \text{I} \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{F} + \text{D}$ ，F 中的 E 元素的质量分数为 60%。回答问题：

（1）①中反应的化学方程式为  $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$ ；

- (2) 化合物I的电子式为  $\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}\text{:}\ddot{\text{C}}\text{:}\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}$ ，它的空间构型是 直线型；
- (3) 1.6g G 溶于盐酸，得到的溶液与铜粉完全反应，计算至少所需铜粉的质量（写出离子方程式和计算过程）；
- (4) C 与 过 量 NaOH 溶 液 反 应 的 离 子 方 程 式 为  $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{AlO}_2^- + 3\text{H}_2\uparrow$ ，反应后溶液与过量化合物I反应的离子方程式为  $\text{AlO}_2^- + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + \text{HCO}_3^-$ ；
- (5) E 在 I 中燃烧观察到的现象是 镁条剧烈燃烧生成白色和黑色固体。



【考点】GS：无机物的推断。

【专题】11：推断题。

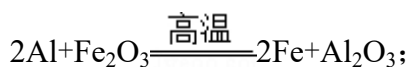
【分析】①反应  $\text{C} + \text{G} \xrightarrow{\text{高温}} \text{B} + \text{H}$  能放出大量的热，该反应曾应用于铁轨的焊接；

判断为铝热反应，所以 C 为 Al，G 为铁的氧化物  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ；B 为 Fe；结合转化关系得到 A 为  $\text{O}_2$ ，H 为  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ，②I 是一种常见的温室气体，判断为二氧化碳；和 E 点燃条件下发生反应生成 F 和 D， $2\text{E} + \text{I} = 2\text{F} + \text{D}$  为置换反应，推断 E 为金属单质 Mg，发生的反应为， $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{MgO} + \text{C}$ ，F 为 MgO，D 为单质 C；MgO 中的镁元素的质量分数为 60%，证明推断正确。

【解答】解：A、B、C、D、E 是单质，G、H、I、F 是 B、C、D、E 分别和 A 形成的二元化合物，①反应  $\text{C} + \text{G} \xrightarrow{\text{高温}} \text{B} + \text{H}$  能放出大量的热，该反应曾应用于铁轨的焊接；判断为铝热反应，所以 C 为 Al，G 为铁的氧化物  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ；结合转化关系得到 A 为  $\text{O}_2$ ，H 为  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ，②I 是一种常见的温室气体，判断为二氧化碳；和 E 点燃条件下发生反应生成 F 和 D， $2\text{E} + \text{I} = 2\text{F} + \text{D}$  为置换反应，推断 E 为金属单质 Mg，发生的反应为， $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{MgO} + \text{C}$ ，F 为

MgO, D 为单质 C; MgO 中的镁元素的质量分数为 60%, 证明推断正确;

(1) ①中反应的化学方程式为:  $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$ , 故答案为:



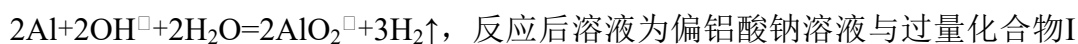
(2) 二氧化碳分子是直线型化合物, 碳原子和氧原子间形成两对共用电子对, 分别形成两个共价键; 电子式是把原子最外层电子标注在元素符号周围, 二

氧化碳的电子式为:  $:\ddot{\text{O}}::\text{C}::\ddot{\text{O}}:$ , 故答案为:  $:\ddot{\text{O}}::\text{C}::\ddot{\text{O}}:$ ; 直线型;

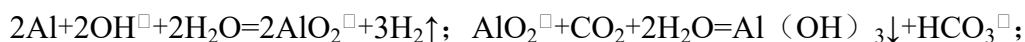
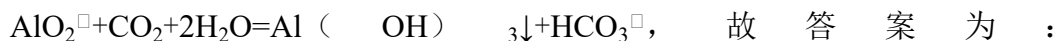
(3) 1.6g G 溶于盐酸, 发生的反应为:  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} = 2\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ , 得到的溶液与铜粉完全反应, 1.6g G 为  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  物质的量为 0.01mol, 含  $\text{Fe}^{3+}$  离子物质的量为 0.02mol; 溶解铜发生反应的离子方程式为:  $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$ ; 至少需要的铜物质的量为 0.01mol, 铜的质量为 0.64g,

故答案为: 0.64g;

(4) C 为 Al 与过量 NaOH 溶液反应的离子方程式为:



( $\text{CO}_2$ ) 反应生成氢氧化铝沉淀和碳酸氢钠, 反应的离子方程式为:



(5) E 为 (Mg) 在 I ( $\text{CO}_2$ ) 中燃烧, 观察到的现象是镁条剧烈燃烧生成白色和黑色固体, 反应的化学方程式为:  $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{MgO} + \text{C}$ ,

故答案为: 镁条剧烈燃烧生成白色和黑色固体.

**【点评】** 本题考查物质转化关系的分析判断, 物质性质的综合应用, 离子方程式的书写, 镁、铝、铁及其化合物性质分析反应现象的利用, 是解题关键, 题目难度中等.

10. (15 分) 反应  $a\text{A}(\text{g}) + b\text{B}(\text{g}) \xrightleftharpoons{\text{催化剂}} c\text{C}(\text{g})$  ( $\Delta H < 0$ ) 在等容条件下进行. 改变其他反应条件, 在 I、II、III 阶段体系中各物质浓度随时间变化的曲线如图 1 所示: 回答问题:

(1) 反应的化学方程式中, a: b: c 为 1: 3: 2;

(2) A 的平均反应速率  $V_I(\text{A})$ 、 $V_{II}(\text{A})$ 、 $V_{III}(\text{A})$  从大到小排列次序为

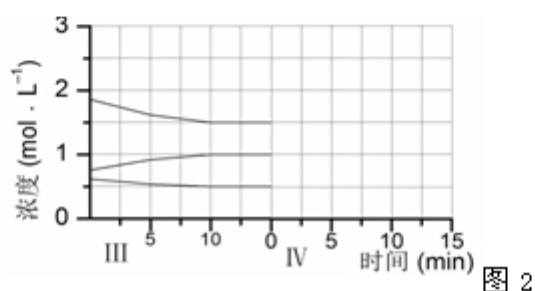
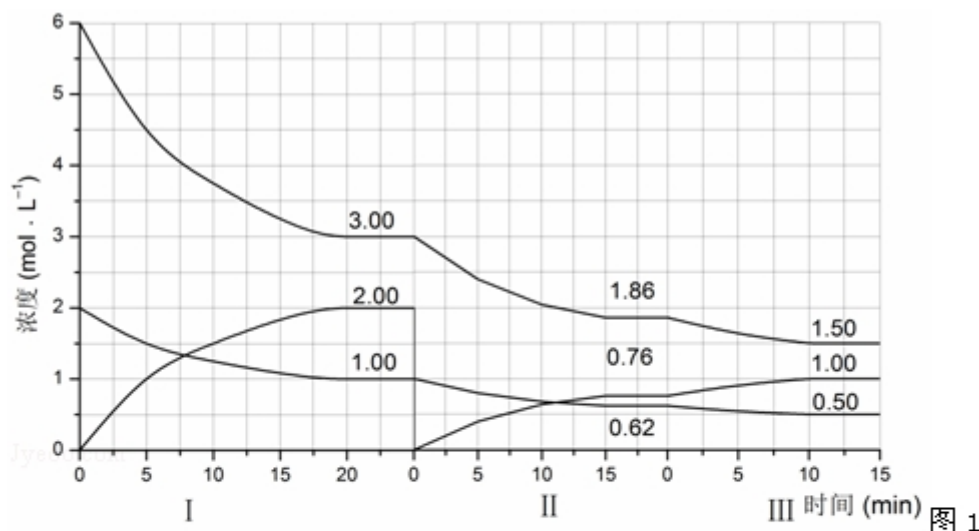
$$v_I(A) > v_{II}(A) > v_{III}(A) \text{ ;}$$

(3) B 的平衡转化率  $\alpha_I(B)$ 、 $\alpha_{II}(B)$ 、 $\alpha_{III}(B)$  中最小的是  $\alpha_{III}(B)$ ，其值是 19.4%；

(4) 由第一次平衡到第二次平衡，平衡移动的方向是 向正反应方向，采取的措施是 从反应体系中移出产物 C；

(5) 比较第II阶段反应温度 ( $T_2$ ) 和第III阶段反应温度 ( $T_3$ ) 的高低： $T_2 > T_3$  (填“>”“<”“=”)，判断的理由是 此反应为放热反应，降低温度，平衡向正反应方向移动，平衡的移动只能减弱改变，不能抵消改变；

(6) 达到第三次平衡后，将容器的体积扩大一倍，假定 10min 后达到新的平衡，请在下图 2 中用曲线表示第 IV 阶段体系中各物质的浓度随时间变化的趋势如图 2 (曲线上必须标出 A、B、C)。



【考点】CB：化学平衡的影响因素；CK：物质的量或浓度随时间的变化曲线；CO：化学反应速率与化学平衡图象的综合应用。

【专题】51E：化学平衡专题。



- 【分析】（1）由图可知第I阶段，平衡时 $\Delta c(A) = 2\text{mol/L} - 1\text{mol/L} = 1\text{mol/L}$ ， $\Delta c(B) = 6\text{mol/L} - 3\text{mol/L} = 3\text{mol/L}$ ， $\Delta c(C) = 2\text{mol/L}$ ，根据浓度变化量之比等于化学计量数之比计算；
- （2）根据化学反应速率为单位时间浓度的变化值，可计算三个阶段用A表示的化学反应速率，据此判断；
- （3）转化率是物质的减少量与初始量的比值，计算三个阶段B的转化率，据此解答；
- （4）第II阶段C是从0开始的，瞬间A、B浓度不变，因此可以确定第一次平衡后从体系中移出了C，即减少生成物浓度，平衡正向移动；
- （5）第III阶段的开始与第II阶段的平衡各物质的量均相等，根据A、B的量减少，C的量增加可判断平衡是正向移动的，根据平衡开始时浓度确定此平衡移动不可能由浓度的变化引起的，另外题目所给条件容器的体积不变，则改变压强也不可能，因此一定为温度的影响，此反应正向为放热反应，可以推测为降低温度，另外结合A的速率在三个阶段的情况，确定改变的条件一定为降低温度，根据勒夏特列原理，平衡的移动只能减弱改变，不能抵消改变，因此达到平衡后温度一定比第II阶段平衡时的温度低；
- （6）达到第三次平衡后，将容器的体积扩大一倍，改变条件的瞬间，各组分的浓度变为原来的二分之一，容器体积增大，压强降低平衡向体积增大的方向移动，但增大的物质的量浓度小于第三次平衡时浓度，同时注意各组分物质的量浓度变化量之比等于化学计量数之比，据此作图。

【解答】解：（1）由图可知第I阶段，平衡时 $\Delta c(A) = 2\text{mol/L} - 1\text{mol/L} = 1\text{mol/L}$ ， $\Delta c(B) = 6\text{mol/L} - 3\text{mol/L} = 3\text{mol/L}$ ， $\Delta c(C) = 2\text{mol/L}$ ，浓度变化量之比等于化学计量数之比，故a：b：c=1mol/L：3mol/L：2mol/L=1：3：2，故答案为：1：3：2；

$$(2) \quad v_I(A) = \frac{1\text{mol/L}}{20\text{min}} = 0.05\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{min}), \quad v_{II}(A) = \frac{1\text{mol/L} - 0.62\text{mol/L}}{15\text{min}} = 0.0253\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{min}),$$

$$v_{III}(A) = \frac{0.62\text{mol/L} - 0.5\text{mol/L}}{10\text{min}} = 0.012\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{min}),$$

故A的平均反应速率 $v_I(A) > v_{II}(A) > v_{III}(A)$ ，故答案为： $v_I(A) > v_{II}(A) > v_{III}(A)$ ；



(3) B 的平衡转化率  $\alpha_I(B) = \frac{3\text{mol/L}}{6\text{mol/L}} \times 100\% = 50\%$ ,  $\alpha_{II}(B) = \frac{3\text{mol/L} - 1.86\text{mol/L}}{3\text{mol/L}} \times 100\% = 38\%$ ,  
 $\alpha_{III}(B) = \frac{1.86\text{mol/L} - 1.5\text{mol/L}}{1.86\text{mol/L}} \times 100\% = 19.4\%$ ,

故答案为:  $\alpha_{III}(B)$ ; 19.4%;

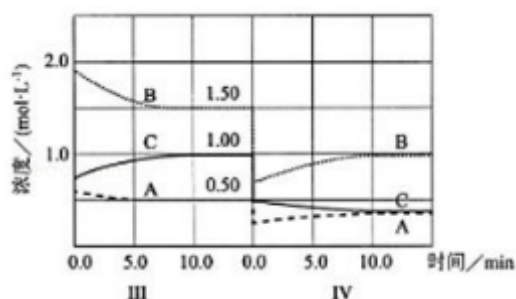
(4) 第II阶段 C 是从 0 开始的, 瞬间 A、B 浓度不变, 因此可以确定第一次平衡后从体系中移出了 C, 即减少生成物浓度, 平衡正向移动,

故答案为: 向正反应方向, 从反应体系中移出产物 C;

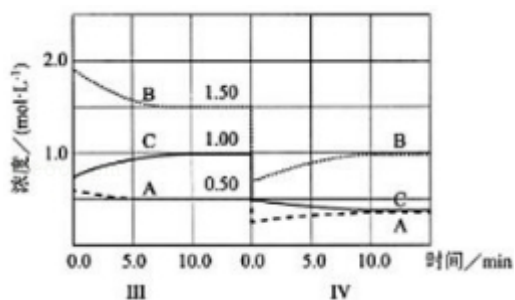
(5) 第III阶段的开始与第II阶段的平衡各物质的量均相等, 根据 A、B 的量减少, C 的量增加可判断平衡是正向移动的, 根据平衡开始时浓度确定此平衡移动不可能由浓度的变化引起的, 另外题目所给条件容器的体积不变, 则改变压强也不可能, 因此一定为温度的影响, 此反应正向为放热反应, 可以推测为降低温度, 另外结合 A 的速率在三个阶段的情况, 确定改变的条件一定为降低温度, 根据勒夏特列原理, 平衡的移动只能减弱改变, 不能抵消改变, 因此达到平衡后温度一定比第II阶段平衡时的温度低,

故答案为: >; 此反应为放热反应, 降低温度, 平衡向正反应方向移动, 平衡的移动只能减弱改变, 不能抵消改变;

(6) 达到第三次平衡后, 将容器的体积扩大一倍, 改变条件的瞬间, 各组分的浓度变为原来的二分之一, 容器体积增大, 压强降低平衡向逆反应方向移动, 但增大的物质的量浓度小于第三次平衡时浓度, 同时注意各组分物质的量浓度变化量之比等于化学计量数之比, A、B、C 的浓度随时间变化的趋势



如图:



故答案为：

【点评】 本题考查化学反应速率与化学平衡图象、化学平衡有关计算、化学反应速率、化学平衡影响因素等，难度中等，（6）中作图为易错点，学生容易只考虑改变瞬间各物质的浓度，不注意平衡时各物质浓度的变化量。

11. （15 分）请回答下列实验中抽取气体的有关问题。

（1）如图 1 是用  $\text{KMnO}_4$  与浓盐酸反应制取适量氯气的简易装置。

装置 B、C、D 的作用分别是：B 向上排气法收集氯气；C 安全作用，防止 D 中的液体倒吸进入集气管 B 中；D 吸收尾气，防止氯气扩散到空气中污染环境；

（2）在实验室欲制取适量 NO 气体。

①如图 2 中最适合完成该实验的简易装置是 ①（填序号）；

②根据所选的装置完成下表（不需要的可不填）：

	应加入的物质	所起的作用
A		
B		
C		
D		

③简单描述应观察到的实验现象 反应开始时，A 中铜表面出现无色小气泡，反应速率逐渐加快；A 管上部空间由无色逐渐变为浅红棕色，随反应的进行又逐渐变为无色；A 中的液体由无色变为浅蓝色；B 中的水面逐渐下降，B 管中的水逐渐流入烧杯 C 中。

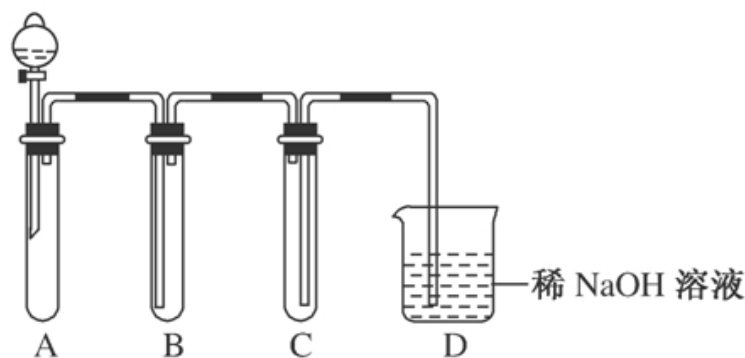


图 1

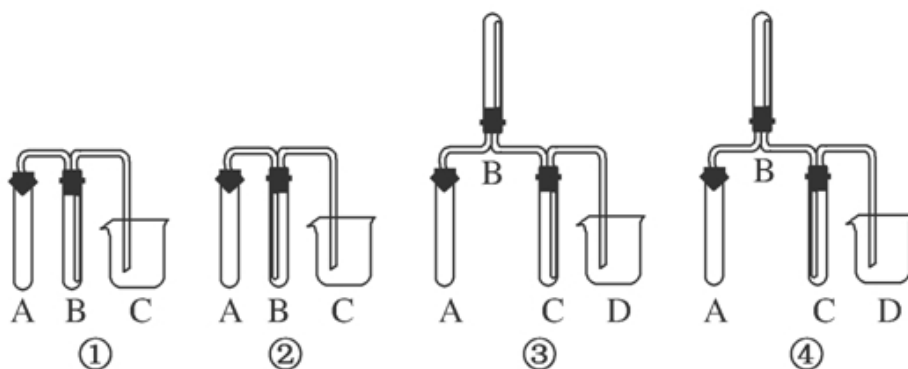


图 2

**【考点】** E3: 氯气的实验室制法; EK: 氮的氧化物的性质及其对环境的影响;  
Q9: 常见气体制备原理及装置选择.

**【专题】** 16: 压轴题; 17: 综合实验题.

**【分析】** (1) 实验室用高锰酸钾和浓盐酸反应制备氯气, 发生反应  

$$2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl} = 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$$
 A 为气体的发生装置, B 为气体的收集装置, C 为防倒吸装置, D 为尾气处理装置, 防止氯气扩散到空气中污染环境;

(2) ①实验室用稀硝酸和铜反应制备 NO, 用排水法收集 NO 气体;

②A 为气体发生装置, B 为气体的收集装置, 用排水法收集, C 为接受 B 中排出的水的装置;

③根据反应生成无色的 NO 气体, 溶液呈蓝色.

**【解答】** 解: (1) ①生成的氯气密度比空气大, 可用向上排空气法收集, 则 B 为收集装置, C 为防止倒吸的装置, 可起到防止 D 中的液体倒吸进入集气

管 B 中，故答案为：向上排气法收集氯气；安全作用，防止 D 中的液体倒吸进入集气管 B 中；吸收尾气，防止氯气扩散到空气中污染环境；

(2) ①NO 易与空气中氧气反应，则应用排水法收集，收集时进气管较短，则应选择 I 装置，故答案为：①；

②II 装置中 A 加入稀硝酸和铜，为气体发生装置，B 为气体的收集装置，用排水法收集，C 为接受 B 中排出的水的装置，

故答案为：

	应加入的物质	所起的作用
A	铜屑和稀硝酸	产生 NO 气体
B	水	排水收集 NO 气体
C		接收 B 中排出的水
D		

③稀硝酸与铜反应生成无色的 NO 气体，可观察到有无色小气泡生成，反应放热，反应速率逐渐加快，NO 与空气中的氧气反应生成红棕色的二氧化氮气体，然后又与水反应生成无色的 NO，生成硝酸铜溶液为蓝色，可观察到 A 中的液体逐渐变为蓝色，气体 NO 不溶于水，可将 B 中的水排到 C 中，故答案为：反应开始时，A 中铜表面出现无色小气泡，反应速率逐渐加快，A 管上部空间由无色逐渐变为浅红棕色，随反应的进行又逐渐变为无色；A 中的液体由无色变为浅蓝色，B 中的水面逐渐下降，B 管中的水逐渐流入烧杯 C 中。

**【点评】** 本题主要考查了气体的制备，题目难度中等，本题注意把握实验方法，结合物质的性质判断装置的选择。

12. (15 分) 金刚烷是一种重要的化工原料，工业上可通过图 1 途径制备，请回答下列问题：

图 2


(2) 金刚烷的分子式为  $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ ，其分子中的  $\text{CH}_2$  基团有 6 个；

(3) 图 2 是以环戊烷为原料制备环戊二烯的合成路线，其中，反应①的产物名称是氯代环戊烷，反应②的反应试剂和反应条件是氢氧化钠乙醇溶液，加热，反应③的反应类型是加成反应；

(4) 已知烯烃能发生如下反应:

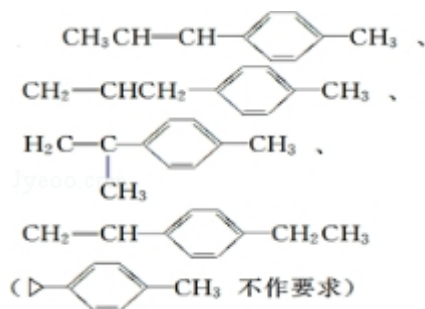
$$\begin{array}{c} \text{R} \quad \text{R}' \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C} = \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} \xrightarrow{\text{臭氧水/锌}} \text{RCHO} + \text{R}'\text{CHO}$$


请写出下列反应产物的结构简式:



The reaction shows bicyclo[2.2.1]hepta-2,5-diene reacting with  $\text{O}_3$  and  $\text{Zn}$  to produce a cyclopentane ring with four aldehyde groups. The product is 1,2,3,4-cyclopentanetetracarbaldehyde, with the structure shown as a cyclopentane ring with  $\text{CHO}$  groups at positions 1, 2, 3, and 4, and a  $\text{CH}_2\text{CHO}$  group at position 5.

(5) A 是二聚环戊二烯的同分异构体，能使溴的四氯化碳溶液褪色，A 经高锰酸钾酸性溶液加热氧化可以得到对苯二甲酸[提示：苯环上的烷基( $-\text{CH}_3$ ， $-\text{CH}_2\text{R}$ ， $-\text{CHR}_2$ )或烯基侧链经高锰酸钾酸性溶液氧化得羧基]，写出 A 所



有可能的结构简式（不考虑立体异构）： (不作要求)

【考点】H2: 有机物的结构式; HC: 有机物的合成; I4: 同分异构现象和同分异构体.

**【专题】16: 压轴题: 538: 有机化合物的获得与应用.**

【分析】(1) 与双键碳直接相连的原子一定在同一平面内；

(2) 根据结构简式判断有机物的分子式和基团数目；

(3) 反应①的产物为氯代环戊烷，反应②为氯代烃的消去反应，反应③为加成反应；

(4) 由信息可知，碳碳双键的碳被氧化为醛基；

(5) 能使溴的四氯化碳溶液褪色，应含有碳碳双键，A 经高锰酸钾酸性溶液加热氧化可以得到对苯二甲酸，说明烃基位于对位位置。

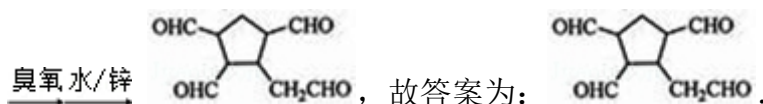
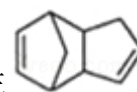
【解答】解：(1)  $C=C$  为平面结构，与双键碳直接相连的原子一定在同一平面内，则 5 个 C 和 4 个 H 在同一平面内，故答案为：9；

(2) 由结构简式可知金刚烷的分子式为  $C_{10}H_{16}$ ，分子中又 6 个  $CH_2$ ，其中 4 个被三个环共用，故答案为： $C_{10}H_{16}$ ；6；

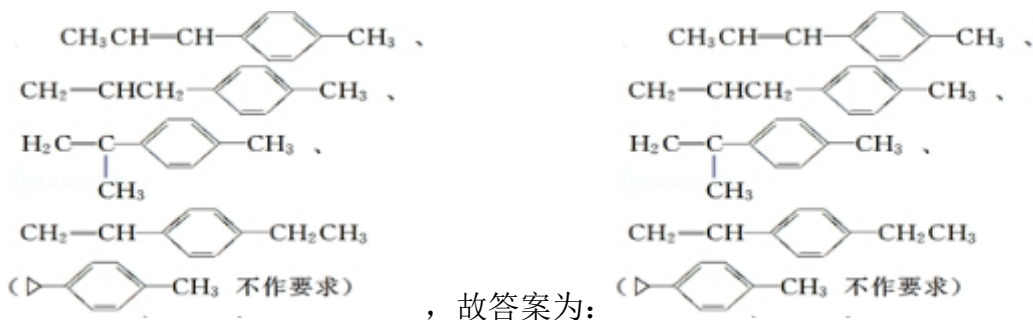
(3) 反应①的产物为氯代环戊烷，反应②为氯代烃的消去反应，应在氢氧化钠乙醇溶液，加热反应生成，反应③为加成反应，

故答案为：氯代环戊烷；氢氧化钠乙醇溶液，加热；加成反应；

(4) 由信息可知，碳碳双键的碳上含 H 原子被氧化为醛，则发生



(5) 能使溴的四氯化碳溶液褪色，应含有碳碳双键，A 经高锰酸钾酸性溶液加热氧化可以得到对苯二甲酸，说明烃基位于对位位置，可能的结构有



【点评】本题考查有机物的合成及结构与性质，注意把握有机物的官能团、碳链骨架等的变化，明确发生的反应及习题中的信息即可解答，题目难度中等。