

## 2019 北京市朝阳区高三期末化学逐题解析

化学

2019.1

(考试时间 90 分钟 满分 100 分)

可能用到的相对原子质量: H 1 C 12 Na 23 Fe 56

## 第一部分 (选择题 共 42 分)

每小题只有一个选项符合题意, 每小题 3 分, 共 14 道小题, 共 42 分。

1. 电动汽车 (标志为“”) 在改善城市交通、保护环境等方面的作用至关重要。下列说法不正确的是

- A. 电动汽车的使用有助于减少氮氧化物的排放
- B. 燃油汽车也可以悬挂该标志
- C. 电动汽车使用时涉及化学能与电能的转换
- D. 电动汽车充电、放电过程均有电子转移

**【答案】** B

**【解析】** 电动汽车标志只可由电动汽车悬挂, 故 B 项不正确。A 项, 电动汽车可减少汽车尾气排放, 故可以减少氮氧化合物的排放。C 项, 电动汽车的放电原理为原电池原理, 故使用时将化学能转化为电能。D 项, 电池工作原理为电解池, 即氧化还原反应, 故存在得失电子转移。

2. 下列物质的用途是基于其氧化性的是

- A. 氨用作制冷剂
- B. 次氯酸钙用于生活用水的消毒
- C. 氧化铝透明陶瓷用于防弹汽车的车窗
- D. 生石灰用于废气的脱硫

**【答案】** B

**【解析】** B 项, 次氯酸钙用于生活用水消毒是利用次氯酸根的氧化

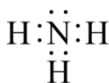
性。A项，氨用作制冷剂为利用其易液化性质，即物理性质。C项，氧化铝陶瓷用于防弹玻璃利用其硬度大的性质。D项，生石灰用于废气脱硫利用其为碱性氧化物。

3. 下列化学用语表达不正确的是

A.  $\text{CH}_4$  的比例模型：



B.  $\text{NH}_3$  的电子式：



C.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液呈碱性的原因： $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + 2\text{OH}^-$

D.  $\text{NH}_3$  遇氯化氢迅速产生白烟： $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$

**【答案】 C**

**【解析】** C项，碳酸钠溶液呈碱性的原因是碳酸根的水解，碳酸根为二元弱酸酸根，故需要分步水解。

4. 学习和研究化学，经常要进行实验。安全是顺利进行实验及避免伤害和事故的保障。下列说法不正确的是

A. 将剩余的钠块直接投进垃圾箱

B. 电石（主要成分为  $\text{CaC}_2$ ）在干燥环境中密封存放

C. 用  $\text{CCl}_4$  萃取碘，振荡分液漏斗后要打开活塞放气

D. 电器失火要先切断电源

**【答案】 A**

**【解析】** A项，钠的活动性非常强，剩余钠应回收。

5. 下列关于物质性质的比较，不正确的是

A. 沸点： $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} > \text{CH}_3\text{CH}_3$

B. 水的电离程度： $100^\circ\text{C} > 25^\circ\text{C}$

- C. 溶解度:  $\text{AgI} > \text{AgCl}$
- D. 完全燃烧放出的热量:  $1 \text{ mol C} > 1 \text{ mol CO}$

**【答案】 C**

**【解析】** A项, 同碳数的烷烃和醇, 由于醇可形成氢键, 故醇类的沸点更高。B项, 水的电离是吸热过程, 故温度越高电离程度越大。D项, 由于碳与氧气燃烧生成CO为放热反应, 故等物质的量的碳和CO完全燃烧时, C放出的热量更多。

6. 常温时, 能证明乙酸是弱酸的实验事实是
- A.  $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液与 Fe 反应放出  $\text{H}_2$
- B.  $0.1 \text{ mol/L CH}_3\text{COOH}$  溶液的 pH 大于 1
- C.  $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液与  $\text{NaHCO}_3$  反应生成  $\text{CO}_2$
- D.  $0.1 \text{ mol/L CH}_3\text{COOH}$  溶液可使紫色石蕊变红

**【答案】 B**

**【解析】** B项醋酸不完全电离,  $0.1 \text{ mol/L CH}_3\text{COOH}$  溶液的 pH 比 1 大

7. 根据元素周期律判断, 不正确的是
- A. 铍 (Be) 原子失电子能力比 Ca 弱
- B. K 与水反应比 Mg 与水反应剧烈
- C. HCl 的稳定性强于 HBr
- D. 硼酸 ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) 的电离程度强于硝酸

**【答案】 D**

**【解析】** A项 Be 和 Ca 同族, 且电子层数较少, 所以失去电子能力弱, A 对。B项, K 位于 Mg 的左下方, 与水反应更剧烈, B 对。C项, 氯原子的吸电子能力大于溴, 所以 HCl 比 HBr 更稳定, C 对。D项, 无法用元素周期率解释, D 错。

8. 设阿伏加德罗常数的值为  $N_A$ , 下列说法正确的是
- A.  $1 \text{ mol H}_2\text{O}$  分子中共用电子对数为  $4N_A$
- B.  $1 \text{ L } 0.1 \text{ mol/L Na}_2\text{CO}_3$  溶液中,  $\text{CO}_3^{2-}$  的数目为  $0.1 N_A$

C. 质量为 12 g 的  $^{12}\text{C}$  含有的中子数为  $6 N_A$

D. 2.3 g Na 与足量  $\text{H}_2\text{O}$  完全反应, 转移的电子数为  $0.2 N_A$

**【答案】 C**

**【解析】** A 项, 1mol 水中有  $2N_A$  共用电子对, A 错。B 项, 1L 0.1mol/L 的  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  中  $\text{CO}_3^{2-}$  数目小于  $0.1N_A$ , B 错。D 项, Na 与足量的水反应后转移电子数  $0.1N_A$ , D 错。

9. 某科研团队以  $\text{N}_2$  为原料合成了超高含能材料聚合氮——以氮氮单键 (N-N) 结合的具有网状结构的聚合体。有关化学键的键能 (破坏 1mol 化学键所吸收的能量) 数据如下

化学键	$\text{N}\equiv\text{N}$	$\text{N}=\text{N}$	$\text{N}-\text{N}$
键能 (KJ/mol)	946	419	159

下列分析不正确的是

A. 氮原子的结构示意图

B. 聚合氮转变为  $\text{N}_2$  会释放能量

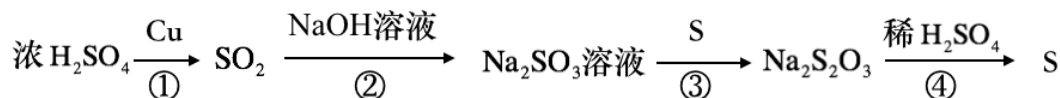
C. 高温有利于聚合氮的合成

D. 低压有利于聚合氮的合成

**【答案】 D**

**【解析】** 此反应为气体分子个数减小的反应, 低压使平衡逆向移动, 所以不利于氮的合成。

10. 硫元素的几种化合物存在下列转化关系:



下列判断不正确的是

A. 反应①中浓硫酸作氧化剂

B. 反应②表明  $\text{SO}_2$  有酸性氧化物的性质

C. 反应③的原子利用率是 100%

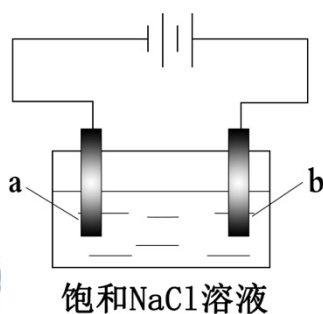
D. 反应④中稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$  做还原剂

**【答案】 D**

**【解析】** 本题考察 S 元素相关物质的化学性质。A 选项，硫酸做氧化剂将单质铜氧化至+2 价，A 正确；B 选项，酸性氧化物+碱=盐+水， $\text{SO}_2$  体现了酸性氧化物的性质，B 正确；C 选项， $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{S} = \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  原子利用率 100%，C 正确；D 选项发生反应  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{SO}_2 \uparrow + \text{S} \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ ，硫代硫酸根自身发生歧化反应，硫酸既不作氧化剂也不做还原剂，D 错误。故本题选 D。

11. 在不同电压下用惰性电极电解饱和  $\text{NaCl}$  溶液制备少量  $\text{NaClO}$ ，实验结果如下：

实验	①	②	③
电压	$U_1$	$U_2$	$U_3$
现象	a 极产生少量气泡， b 极无明显气泡	a 极产生较多气泡， b 极产生少量气泡	a 极产生大量气泡， b 极逸出大量黄绿色气体



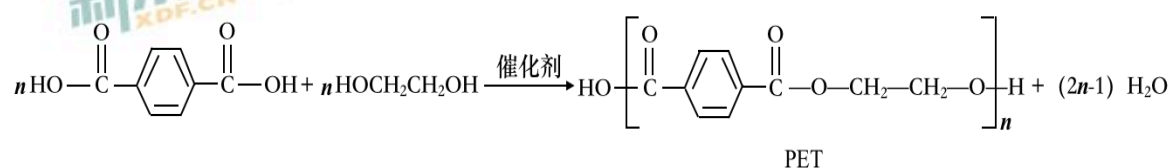
下列分析不正确的是

- A. ①、②、③中，a 极均发生了还原反应
- B. ①、②、③中均能发生  $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$
- C. 电解时  $\text{OH}^-$  由 b 极向 a 极移动
- D. 不宜采用实验③的电压制备  $\text{NaClO}$

**【答案】 C**

**【解析】** 本题考察电解池基本知识及相关应用。A 选项，电解池阴极发生得电子的还原反应，A 正确；B 选项， $\text{Cl}_2$  均有与  $\text{NaOH}$  反应的可能，B 正确；C 选项，电解池中阴离子  $\text{OH}^-$  向阳极（b 极）移动，C 错误；D 选项， $U_3$  电压下氯气大量溢出造成原料浪费，故不宜采用，D 正确。故本题选 C。

12. PET 是一种聚酯纤维，拉伸强度高，透光性好，广泛用作手机贴膜，合成如下：



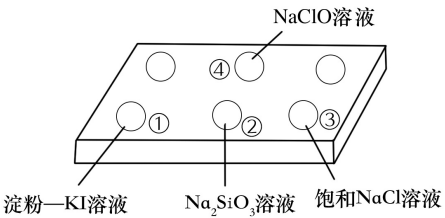
下列关于该高分子的说法不正确的是：

- A. 合成 PET 的反应为缩聚反应
- B. PET 与聚乙二酸乙二酯具有相同的重复结构单元
- C. PET 膜应避免与碱性物质（如  $\text{NaOH}$ ）长期接触
- D. 通过质谱法测定 PET 的平均相对分子质量，可得其聚合度

**【答案】 B**

**【解析】** 本题考察聚合物相关性质。A 选项，聚合过程中有小分子产生，属于缩聚反应，A 正确；B 选项，聚乙二酸乙二酯不含苯环，二者重复结构不相同，B 错误；C 选项，PET 以酯化的方式聚合，碱性条件下酯基水解，聚合物结构被破坏，C 正确；D 选项，已知单一链节的相对分子质量，测得总相对分子质量可知聚合度，质谱可用于测相对分子质量，D 正确。故选 B。

13. 把浓盐酸分别滴入点滴板上的各种溶液中，现象如下：

实验	现象
 <p>淀粉—KI溶液      Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>溶液      饱和NaCl溶液      NaClO溶液</p>	①中溶液变蓝
	②中溶液产生胶状沉淀
	③中生成沉淀
	④中产生黄绿色气体

下列分析不正确的是

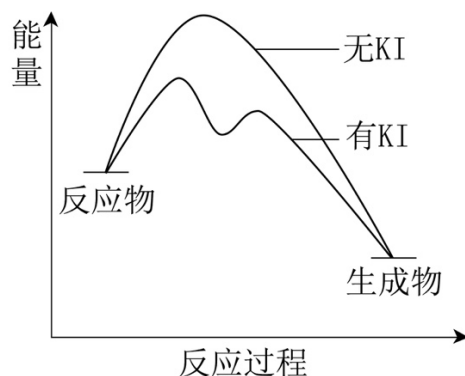
- A. ①中溶液变蓝，体现了浓盐酸的氧化性
- B. ②中产生胶状沉淀： $2\text{H}^+ + \text{SiO}_3^{2-} = \text{H}_2\text{SiO}_3$
- C. ③中产生沉淀的原因可用平衡移动原理解释
- D. ④中产生黄绿色气体： $\text{ClO}^- + \text{Cl}^- + 2\text{H}^+ = \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

【答案】A

【解析】本题考察非金属元素相关性质。A选项，盐酸不具有较强氧化性，无法把I<sup>-</sup>氧化为I<sub>2</sub>，题目所述现象可能为酸性条件加速了空气对I<sup>-</sup>的氧化，A错误；B选项，硅酸为白色胶状沉淀，B正确；C选项，溶液中存在氯化钠溶解平衡  $\text{NaCl}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ ，饱和溶液中恰好达到平衡，加入浓盐酸后，氯离子浓度升高，平衡逆向移动，出现固体，故可用平衡移动原理解释，C正确；D选项，-1价氯元素和+1价氯元素归中生成氯气，D正确。故选A。

14. 向20mL 0.40mol·L<sup>-1</sup>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>溶液中加入少量KI溶液：

i.  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{I}^- = \text{H}_2\text{O} + \text{IO}^-$ ；ii.  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{IO}^- = \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow + \text{I}^-$ 。H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>分解反应过程中能量变化和不同时刻测得生成O<sub>2</sub>的体积（已折算标准状况）如下。



$t/\text{min}$	0	5	10	15	20
$V(\text{O}_2)/\text{mL}$	0.0	12.6	20.16	28.0	32.7

下列判断不正确的是

- A. 从图中可以看出, KI 能增大  $\text{H}_2\text{O}_2$  的分解速率
- B. 反应 i 是放热反应, 反应 ii 是吸热反应
- C. 0~10min 的平均反应速率:  $v(\text{H}_2\text{O}_2) \approx 9.0 \times 10^{-3} \text{mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$
- D.  $\text{H}_2\text{O}_2$  在反应过程中既体现了氧化性, 又体现了还原性

**【答案】** B

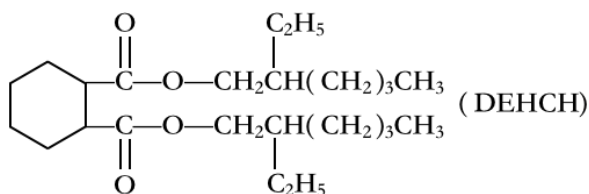
**【解析】** 本题考察吸放热反应及化学反应速率。A 选项, 从图中可以看出 KI 做催化剂, 可加快反应速率, A 正确; B 选项, 从图中可以观察到反应 i 生成物总能量 > 反应物总能量, 为吸热反应, 而反应 ii 生成物总能量 < 反应物总能量, 为放热反应, B 错误; C 选项, 根据表格可知生成氧气  $9 \times 10^{-4} \text{mol}$ , 根据方程式可知消耗过氧化氢  $1.8 \times 10^{-3} \text{mol}$ , 计算速率  $v(\text{H}_2\text{O}_2) = 1.8 \times 10^{-3} \text{mol}/(0.02 \text{L} \cdot 10 \text{min}) = 9 \times 10^{-3} \text{mol}/\text{L} \cdot \text{min}^{-1}$ , C 正确; D 选项, 反应 i 中过氧化氢做氧化剂, 反应 ii 中做还原剂, D 正确。故本题选 B。

## 第二部分 (非选择题共 58 分)

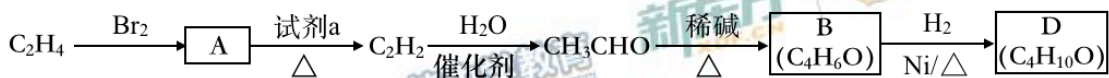
15. (14 分) 我国科学家在合成、生产生物医用材料——新型增塑剂 (DEHCH) 方面获得重要进展, 该增塑剂可由有机物 D 和 L 制



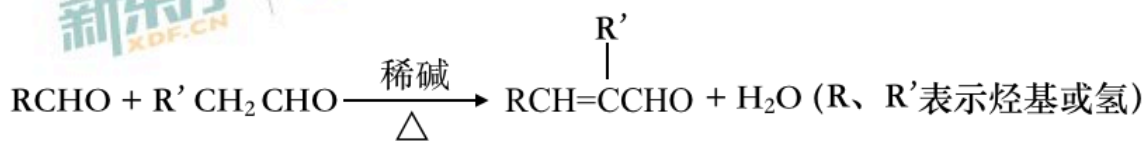
备，其结构简式如下：



(1) 有机物 D 的一种合成路线如下：



已知：



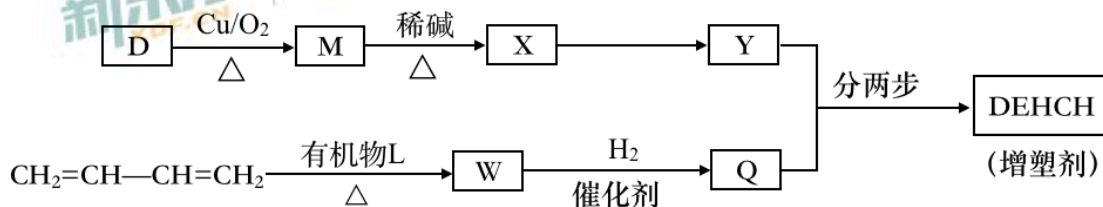
①由 C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> 生成 A 的化学方程式是\_\_\_\_\_。

②试剂 a 是\_\_\_\_\_。

③写出 B 中所含官能团的名称\_\_\_\_\_。

④有机物 D 的结构简式是\_\_\_\_\_。

(2) 增塑剂 (DEHCH) 的合成路线如下：



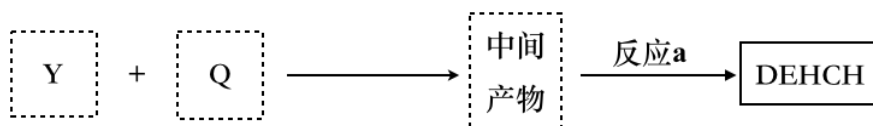
已知：



①D→M 的化学方程式是\_\_\_\_\_。

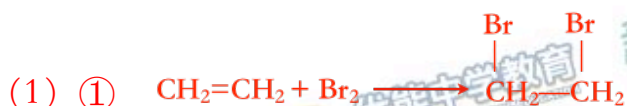
②有机物 L 的分子式是 C<sub>4</sub>H<sub>2</sub>O<sub>3</sub>，核磁共振氢谱显示只有一种化学环境的氢原子。W 的结构简式是\_\_\_\_\_。

③以 Y 和 Q 为原料合成 DEHCH 分为两步反应，写出有关化合物的结构简式：

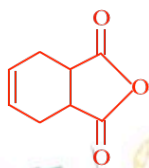
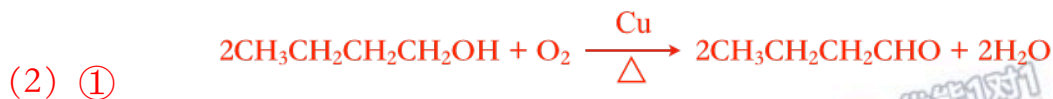


中间产物的结构简式是\_\_\_\_\_，反应 a 的反应类型是\_\_\_\_\_。

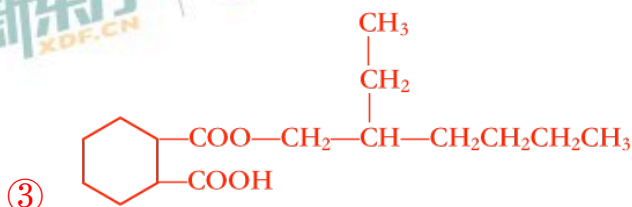
15. 【答案】



③ 碳碳双键，醛基



③



，酯化反应

【解析】

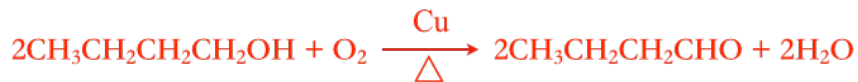
(1) ①  $\text{C}_2\text{H}_4$  为乙烯，与  $\text{Br}_2$  发生加成反应，产物为卤代烃，方程式为： $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 \longrightarrow \begin{array}{c} \text{Br} \quad \text{Br} \\ | \quad | \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{array}$ ；

②  $\text{C}_2\text{H}_2$  为乙炔，从卤代烃到炔烃为消去反应，反应条件为： $\text{NaOH}$  醇溶液加热，因此答案为： $\text{NaOH}/\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ；

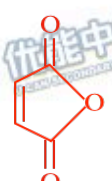
③ 由乙醛生成 B 根据题目已知的信息反应，两个乙醛发生反应，得出 B 的结构为： $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CHO}$ ，所以官能团为：碳碳双键，醛基；

④ 由 B 到 D 多了 4 个氢原子，因此为加成反应，D 为：  
 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ ;

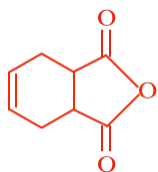
(2) ① D 到 M 为醇的催化氧化反应，因此方程式为：



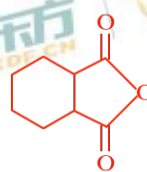
② L 的分子式为  $\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_3$ ，只有一种等效氢且不饱和度为 4，因

此 L 的结构简式为为：，与 1, 3-丁二烯发生已知信息反应

(D-A 反应) 生成物 W 为：



③ W 到 Q 为加成反应，因此 Q 为：



X 到 Y 为加成反应，因此 Y 为： $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ ;

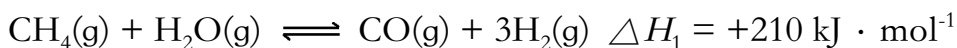
Q 与 Y 反应原理为：酸酐和醇反应生成酯和酸，因此中间产物为：



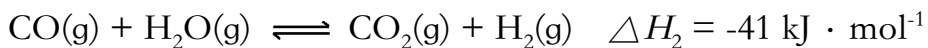
16. (10 分) 氢能是一种极具发展力的清洁能源， $\text{CH}_4 - \text{H}_2\text{O}$  催化重整是目前大规模制取氢气的重要方法。

(1)  $\text{CH}_4 - \text{H}_2\text{O}$  催化重整：

反应 I：



反应 II:



①提高  $\text{CH}_4$  平衡转化率的条件是\_\_\_\_\_。

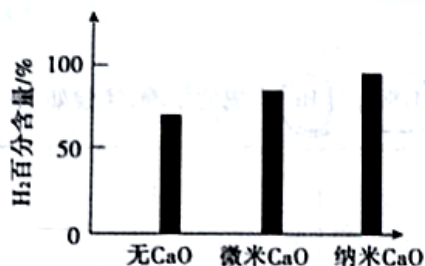
a.增大压强                  b.加入催化剂                  c.增大水蒸气浓度

② $\text{CH}_4$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  催化重整生成  $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2$  的热化学方程式是

\_\_\_\_\_。

③在密闭容器中，将 2.0 mol  $\text{CO}$  与 8.0 mol  $\text{H}_2\text{O}$  混合加热到  $800^\circ\text{C}$  发生反应 II，达到平衡时  $\text{CO}$  的转化率是 80%，其平衡常数为\_\_\_\_\_。

(2) 实验发现，其他条件不变，相同时间内，向催化重整体系中投入一定量的  $\text{CaO}$  可以明显提高  $\text{H}_2$  的百分含量。做对比试验，结果如下图所示：



①投入  $\text{CaO}$  时， $\text{H}_2$  百分含量增大的原因是：

\_\_\_\_\_。

②投入纳米  $\text{CaO}$  时， $\text{H}_2$  百分含量增大的原因是

\_\_\_\_\_。

(3) 反应中催化剂活性会因积炭反应而降低，相关数据如下表：

反应	I	II
	$\text{CH}_4(\text{g}) \xrightleftharpoons[\text{消炭}]{\text{积炭}} \text{C}(\text{s}) + 2\text{H}_2(\text{g})$	$2\text{CO}(\text{g}) \xrightleftharpoons[\text{消炭}]{\text{积炭}} \text{C}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$
$\Delta H(\text{kJ} \cdot \text{mol})$	+75	-173

①研究发现，如果反应 I 不发生积炭过程，则反应 II 也不会发生积炭过程。因此，若保持催化剂的活性，应采取的条件是

\_\_\_\_\_。

②如果 I、II 均发生了积炭反应，通入过量水蒸气能有效清除积炭，反应的化学反应方程式是\_\_\_\_\_。

**【答案】**

(1) ① c (2分)

②  $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +169 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  (2分)

③ 1 (1分)

(2) ① CaO 可吸收  $\text{CO}_2$ ， $c(\text{CO}_2)$  减小，使生成  $\text{H}_2$  的反应正向移动， $\text{H}_2$  百分含量增大

② 纳米 CaO 颗粒小，表面积大，使反应速率加快 (1分)

(3) ① 降低温度、增大压强 (1分)

②  $\text{C} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO} + \text{H}_2$  (2分)

**【解析】** 本题考查“化学反应原理”相关知识

(1) ①通过总反应分析平衡的移动关系，总反应为  $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +169 \text{ kJ/mol}$  催化剂不会影响平衡移动，压强增大平衡逆向移动， $\text{CH}_4$  转化率降低，增大水蒸气浓度平衡正向移动， $\text{CH}_4$  转化率提高；

②热化学反应方程式注意表明反应物和生成物的聚集状态， $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2$ 。故答案为  $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +169 \text{ kJ/mol}$ ；

③列三段式，直接计算；

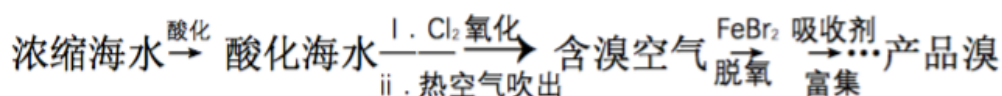
(2) ①CaO 可吸收  $\text{CO}_2$ ， $c(\text{CO}_2)$  减小，使生成  $\text{H}_2$  的反应正向移动， $\text{H}_2$  百分含量增大；

②纳米 CaO 颗粒小，表面积大，使反应速率加快；

(3) ①降低温度，增大压强；

②消耗水蒸气的反应为： $\text{C} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO} + \text{H}_2$ 。

17. (12分) 溴主要以  $\text{Br}^-$  形式存在于海水 (呈弱碱性) 中, 利用空气吹出法从海水中提溴, 工艺流程示意图如下。



资料: 常温下溴呈液态, 深红棕色, 易挥发。

(1) 酸化: 将海水酸化的主要目的是避免\_\_\_\_\_ (写离子反应方程式)。

(2) 脱氯: 除去含溴空气中残留的  $\text{Cl}_2$

①具有脱氯作用的离子是\_\_\_\_\_。

②溶液失去脱氯作用后, 补加  $\text{FeBr}_2$  或加入\_\_\_\_\_, 脱氯作用恢复。

(3) 富集, 制取  $\text{Br}_2$ :

用  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液吸收溴,  $\text{Br}_2$  歧化为  $\text{BrO}_3^-$  和  $\text{Br}^-$ 。再用  $\text{H}_2\text{SO}_4$  酸化歧化后的溶液得到  $\text{Br}_2$ , 其离子反应方程式为\_\_\_\_\_。

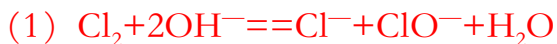
(4) 探究 (3) 中不同浓度的  $\text{H}_2\text{SO}_4$  对  $\text{Br}_2$  生成的影响。实验如下:

序号	A	B	C
试剂组成	1mol/L NaBr 20% $\text{H}_2\text{SO}_4$	1mol/L NaBr 98% $\text{H}_2\text{SO}_4$	将 B 中反应后溶液 用水稀释
实验现象	无明显现象	溶液呈棕红色, 放 热	溶液颜色变得很浅

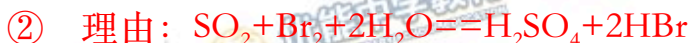
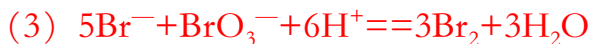
①B 中溶液呈棕红色说明产生了\_\_\_\_\_。

②分析 C 中溶液颜色变浅的原因, 甲同学认为是发生了化学反应所致: 乙同学认为是用水稀释所致。若认为甲同学的分析合理, 请用具体的反应说明理由; 若认为乙同学的分析合理, 进一步设计实验方案说明。理由或方案: \_\_\_\_\_。

② 酸化歧化后的溶液宜选用的酸是\_\_\_\_\_ (填“稀硫酸”或“浓硫酸”)。

**【答案】**

② 铁粉



方案: 用  $\text{CCl}_4$  萃取颜色很浅的溶液, 观察溶液下层是否呈棕红色 (2分);

③ 稀硫酸

**【解析】**

(1) 酸化是为了防止氯气与碱发生歧化反应反应。

(2) 氯气可以氧化  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Br}^-$ 。 $\text{Fe}$  单质可以将  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Br}_2$  还原为  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Br}^-$ 。

(3) 方程式配平注意检查原子守恒, 电荷守恒。

(4) ① 棕红色说明产生了溴单质。

②若是稀释造成的影响, 那么用有机溶剂进行萃取, 还能得到  $\text{Br}_2$  的  $\text{CCl}_4$  溶液。

③浓硫酸会氧化  $\text{Br}^-$ , 影响  $\text{Br}^-$  和  $\text{BrO}_3^-$  的归中反应。

18. (10分)  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  呈黑色、有磁性, 应用广泛。以  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  为吸附剂去除水中含磷物质是一种新的除磷措施。

(1) 检验  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  中铁元素的价态: 用盐酸溶解  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , 取少量滴加 \_\_\_\_\_, 溶液变红; 另取少量滴加  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  溶液, 产生蓝色沉淀。

(2) 氧化—沉淀法制备  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 

I. 向稀硫酸中加入过量铁粉, 得到  $\text{FeSO}_4$  溶液。空气中存在  $\text{O}_2$ , 由于 \_\_\_\_\_ (用离子方程式表示), 可产生  $\text{Fe}^{3+}$ 。

过量铁粉的作用是除去  $\text{Fe}^{3+}$ 。

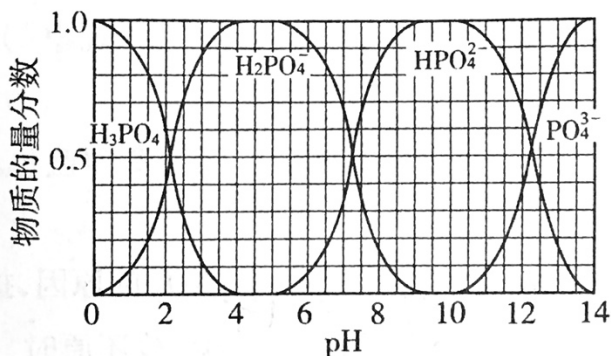
II. 在  $\text{N}_2$  保护下, 向热  $\text{NaOH}$  溶液中加入  $\text{FeSO}_4$  溶液, 搅拌, 得到  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  浊液。将  $\text{NaNO}_3$  溶液滴入浊液中, 充分反应得到  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 。

①用湿润红色石蕊试纸检验产物, \_\_\_\_\_ (填现象), 证明生成了  $\text{NH}_3$ 。

②\_\_\_\_\_  $\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{NO}_3^- =$  \_\_\_\_\_。

(写出所有产物并配平)

(3) 含磷各微粒在溶液中的物质的量分数与 pH 的关系如下图所示。



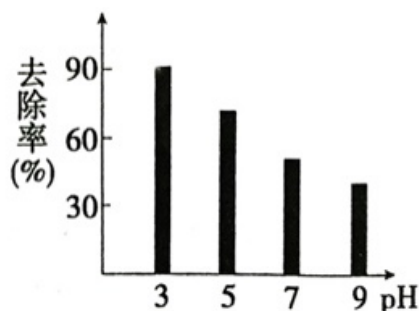
下列分析正确的是\_\_\_\_\_。

a.  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  的水溶液中:  $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$

b.  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  溶液显碱性, 原因是  $\text{HPO}_4^{2-}$  的水解程度大于其电离程度

c.  $\text{H}_3\text{PO}_4$  是强电解质, 在溶液中完全电离

(4) 将  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  加到  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  溶液中, 调节溶液 pH。pH 对吸附剂





$\text{Fe}_3\text{O}_4$  表面所带电荷的影响:  $\text{pH} < 6.8$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  表面带正电荷;  
 $\text{pH} > 6.8$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  表面带负电荷;  $\text{pH} = 6.8$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  表面不带电荷。

$\text{Fe}_3\text{O}_4$  对含磷微粒的去除率随  $\text{pH}$  的变化如下。

①  $\text{pH} = 3$  时, 吸附的主要微粒是\_\_\_\_\_。

② 与  $\text{pH} = 5$  时相比,  $\text{pH} = 9$  时的去除率明显下降, 原因是:\_\_\_\_\_。

### 【答案】

(1) KSCN 溶液;

(2) I.  $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ = 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ ;

II

① 试纸变蓝;

②  $12\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{NO}_3^- = 4\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{NH}_3 \uparrow + \text{OH}^- + 10\text{H}_2\text{O}$ ;

(3) ab;

(4) ①  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ;

②  $\text{pH} = 5$  时,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  带正电荷, 含磷的主要微粒是  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ;  
 $\text{pH} = 9$  时,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  带负电荷, 含磷的主要微粒是  $\text{HPO}_4^{2-}$ 。因此在  $\text{pH} = 9$  时, 吸附剂和含磷的主要微粒之间的静电排斥作用强于  $\text{pH} = 5$  时。

### 【解析】

(1) 溶液变红说明用 KSCN 检验  $\text{Fe}^{3+}$ , 故答案: KSCN 溶液。

(2) I.  $\text{Fe}^{2+}$  被氧气氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ , 故答案:

$4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ = 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

II. ① 用湿润的红色石蕊试纸, 证明生成  $\text{NH}_3$ , 现象为: 试纸变蓝。

②  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  中滴加  $\text{NaNO}_3$  溶液, 充分反应后产物为  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  和  $\text{NH}_3$ , 故方程式:

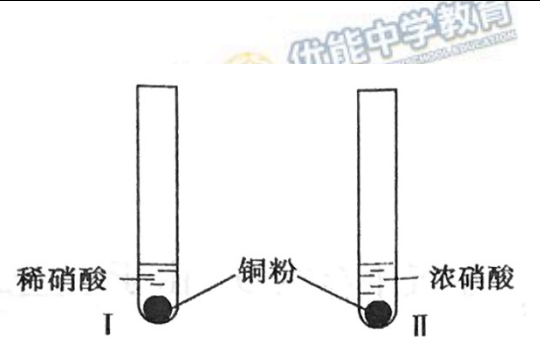
$12\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{NO}_3^- = 4\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{NH}_3 \uparrow + \text{OH}^- + 10\text{H}_2\text{O}$ 。

(3) 根据图像, 当溶液中成分为  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  时, 溶液 pH 接近 4, 所以呈酸性, 故 a 正确; 当溶液中成分为  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ , 溶液 pH 接近 10, 显碱性,  $\text{HPO}_4^{2-}$  水解程度大于电离程度; 溶液中存在  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , 说明  $\text{H}_3\text{PO}_4$  不能完全电离, 是弱电解质, 故 c 错误。

(4) ① 当溶液 pH=3 时, 根据题中图像可知, 含磷的主要微粒是  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , 故答案:  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ 。

② 通过去除率图像和 pH 对吸附剂  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  表面所带电荷的影响可知: pH = 5 时,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  带正电荷, 含磷的主要微粒是  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ; pH = 9 时,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  带负电荷, 含磷的主要微粒是  $\text{HPO}_4^{2-}$ 。因此在 pH = 9 时, 吸附剂和含磷的主要微粒之间的静电排斥作用强于 pH = 5 时。

19. (12 分) 某学习小组探究稀  $\text{HNO}_3$ 、浓  $\text{HNO}_3$  与铜的反应

装置	现象
	<p>I 中开始无明显现象, 渐有小气泡生成, 越来越剧烈, 液面上方出现浅红棕色气体, 溶液呈蓝色。</p>
	<p>II 中反应剧烈, 迅速生成大量红棕色气体, 溶液呈绿色。</p>

(1) 试管 I 中 Cu 与稀  $\text{HNO}_3$  反应的化学方程式是\_\_\_\_\_。

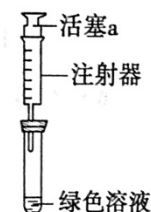
(2) II 中反应的速率比 I 中的快, 原因是\_\_\_\_\_。

(3) 针对 II 中溶液呈绿色的原因, 提出假设:

假设 1:  $\text{Cu}^{2+}$  的浓度较大所致;

假设 2: 溶解了生成的  $\text{NO}_2$ 。

探究如下: 取 II 中绿色溶液, 分为两等份。



①取一份于右图所示装置中, \_\_\_\_\_ (填“操作”和“现象”), 证实

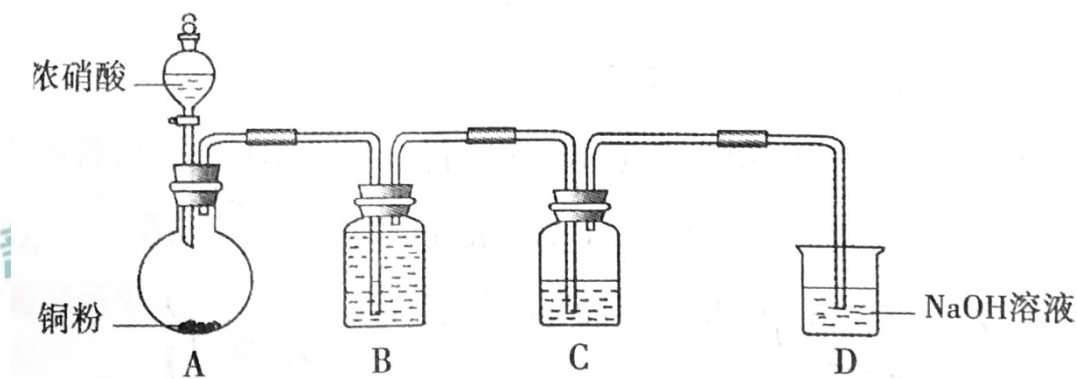
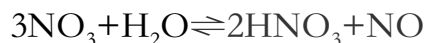
II 中溶解了  $\text{NO}_2$ 。

②向另一份溶液中加入\_\_\_\_\_（填化学试剂），溶液变为蓝色。证实假设 1 不成立，假设 2 成立。

(4) 对于稀  $\text{HNO}_3$  与铜生成  $\text{NO}$ 、浓  $\text{HNO}_3$  与铜生成  $\text{NO}_2$  的原因，提出两种解释：

解释 1:  $\text{HNO}_3$  浓度越稀，溶液中  $\text{NO}_3^-$  的数目越少，被还原时，每个  $\text{NO}_3^-$  从还原剂处获得较多电子的机会\_\_\_\_\_（填“增多”或“减少”），因此被还原为更低价态。

解释 2: 推测下列平衡导致了产物的不同，并通过如下实验证实了推测的合理性。

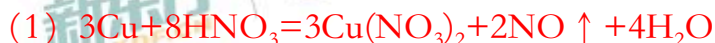


①B 中盛放的试剂是\_\_\_\_\_。

②C 中盛放  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  和\_\_\_\_\_。

③该小组证实推测的合理性所依据的实验现象是\_\_\_\_\_。

**【答案】**



(2) II 中硝酸的浓度大

(3) ① 向上拉动活塞 a，试管内液面上方出现红棕色气体；

②  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  或  $\text{CuO}$

(4)

解释 1: 增多;

解释 2: ①  $\text{H}_2\text{O}$ ; ② 浓硝酸; ③ C 中溶液变绿

### 【解析】

(1)  $\text{Cu}$  和稀  $\text{HNO}_3$  的反应为高中常见基础反应, 著名对联 38324 和 14122。

(2) 由浓和稀的字眼可以联想到化学反应速率最常见的影响因素——浓度, 浓度越大, 化学反应速率越快。

(3)

① 要证明假设 2 成立, 只需要将溶解的  $\text{NO}_2$  释放出来即可, 气体的溶解度受压强影响, 压强减小, 气体的溶解度减小, 气体逸出, 向外拉活塞可以达到减小试管内压强的目的。

② 要证明假设 1 不成立, 假设 2 成立, 需要加入的试剂能保持原有的  $\text{Cu}^{2+}$  浓度不减少, 并且能消耗溶解的  $\text{NO}_2$ 。加入  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  或  $\text{CuO}$  可以消耗溶液中硝酸, 不利于  $\text{NO}_2$  的溶解, 减少  $\text{NO}_2$  的同时可以增大  $\text{Cu}^{2+}$  的浓度, 二者均能满足条件。

(4)

解释 1: 获得多电子的机会 = 电子总数  $\div$   $\text{NO}_3^-$  的数目, 数目少, 机会增多;

解释 2: 通过验证该反应正逆方向都能进行的特点进行探究, 其中 A 装置制备  $\text{NO}_2$ , B 装置使  $\text{NO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$  反应,  $\text{NO}_2$  变为  $\text{NO}$ , 证明该反应  $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$  正向进行的可能性; C 中加入硝酸铜和浓硝酸,  $\text{NO}$  与溶液中的  $\text{HNO}_3$  反应得到  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_2$  溶解在溶液中与硝酸铜显绿色, 证明该反应  $2\text{HNO}_3 + \text{NO} = 3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  逆向进行的可能性, 从而证明  $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$  可逆反应成立。