

## 2018年北京市海淀区高三期中化学考试逐题解析

## 化 学

2018.11

本试卷分为第 I 卷（选择题）和第 II 卷（非选择题）两部分，共 8 页。满分 100 分。考试时长 90 分钟。考生务必将答案写在答题卡和答题纸上，在试卷上作答无效。考试结束后，将本试卷、答题卡和答题纸一并交回。

可能用到的相对原子质量：H 1 C 12 N 14 O 16 Na 23 S 32 K 39

## 第 I 卷（选择题，共 42 分）

本部分共 14 道小题，每小题 3 分，共 42 分。请在每小题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. 中国传统文化中包括许多科技知识。下列古语中不涉及化学变化的是

千淘万漉虽辛苦，吹尽狂沙始到金	熬胆矾（ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ）铁釜，久之亦化为铜	凡石灰（ $\text{CaCO}_3$ ），经火煅炼为用	丹砂（ $\text{HgS}$ ）烧之呈水银，积变又成丹砂
A	B	C	D

【答案】A

【解析】

A. 获得金的方法为淘金，属于物理变化；B. 利用 Fe 和  $\text{CuSO}_4$  反应，生成 Cu 和  $\text{FeSO}_4$ ，有新物质生成，属于化学变化；C. 利用  $\text{CaCO}_3$  高温分解生成 CaO 属于化学变化；D.  $\text{HgS}$  受热分解生成 Hg，遇冷又会重新生成  $\text{HgS}$ ，属于化学变化。

2. 我们的地球被大气包围着，大气质量与人类健康息息相关。下列说法不正确的是

- A. 吸烟产生的尼古丁可造成室内空气污染
- B. 向煤中加入适量石灰石可减少  $\text{SO}_2$  的排放
- C. 含放射性元素的天然建材一定不会造成室内空气污染
- D. 催化转化器可有效降低汽车尾气中  $\text{CO}$ 、 $\text{NO}_x$  等的排放

【答案】C

【解析】

A. 尼古丁对人体有害，会造成室内污染；B. 石灰石的主要成分是  $\text{CaCO}_3$ ， $\text{CaCO}_3$  与煤燃烧产生的  $\text{SO}_2$  可以发生反应：

$2\text{SO}_2 + 2\text{CaCO}_3 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CaSO}_4 + 2\text{CO}_2$ ；C. 放射性物质对人体有危害，

会造成室内污染；D.  $\text{CO}$ 、 $\text{NO}_x$  有毒且会对大气造成污染，在催化转化器的作用下，会转化为无毒的  $\text{CO}_2$  和  $\text{N}_2$ ，排放到空气中。

3. 下列说法正确的是

- A.  $\text{HCl}$  的电子式为  $\text{H}:\text{Cl}$
- B.  $\text{Na}_2\text{O}_2$  只含有离子键
- C. 质量数为 12 的 C 原子符号为  $^{12}\text{C}$
- D. 用电子式表示  $\text{KBr}$  的形成过程： $\text{K}\cdot + \cdot\ddot{\text{Br}}\cdot \rightarrow \text{K}^+ [\text{:}\ddot{\text{Br}}\text{:}]^-$

【答案】D

【解析】

A.  $\text{HCl}$  的电子式为  $\text{H}:\ddot{\text{Cl}}:$ ；B.  $\text{Na}_2\text{O}_2$  电子式为  $\text{Na}^+ [:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:]^{2-} \text{Na}^+$ ，含离子键和非极性共价键；C. 质量数应标在元素符号的左上角  $^{12}\text{C}$ ；

D.  $K + \cdot\ddot{Br} \cdot \rightarrow K^+ [:\ddot{Br}:]^-$ , 正确。

4. 食盐在不同分散剂中形成不同分散系。

分散系 1: 食盐分散在水中形成无色透明溶液

分散系 2: 食盐分散在乙醇中形成无色透明胶体

下列说法正确的是

- A. 分散系 1 中只有两种离子
- B. 分散系 2 为电解质
- C. 可用丁达尔现象区分两个分散系
- D. 两个分散系中分散质粒子直径相同

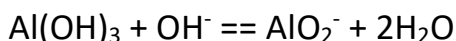
【答案】C

【解析】

A. NaCl 水溶液中含  $H^+$ 、 $OH^-$ 、 $Na^+$ 、 $Cl^-$ , 四种离子; B. 分散系为混合物, 电解质为化合物; C. 丁达尔效应可区分胶体和溶液, 正确; D. 溶液的分散质粒子直径小于  $1nm$ , 胶体的分散质粒子直径为  $1-100nm$

5. 下列解释事实的方程式正确的是

- A. 用碳酸氢钠治疗胃酸过多:  $CO_3^{2-} + 2H^+ == CO_2 \uparrow + H_2O$
- B. 用氨水吸收烟气中的二氧化硫:  $SO_2 + 2OH^- == SO_3^{2-} + H_2O$
- C. 把金属钠放入冷水中产生气体:  $Na + 2H_2O == Na^+ + 2OH^- + H_2 \uparrow$
- D. 用氢氧化钠溶液可以溶解氢氧化铝固体:



【答案】D

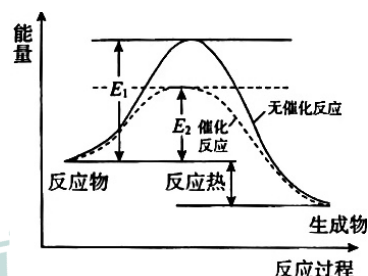
【解析】

A. 碳酸氢根不能拆； B. 一水合氨不能拆； C. 电荷不守恒。

6. 过氧化氢分解反应过程中，能量变化如图所示：

下列说法正确的是

- A. 催化剂可以改变  $\text{H}_2\text{O}_2$  分解反应的焓变  
 B.  $\text{MnO}_2$  或  $\text{FeCl}_3$  可以催化  $\text{H}_2\text{O}_2$  分解反应  
 C. 催化剂不能改变反应路径  
 D.  $\text{H}_2\text{O}_2$  分解是吸热反应



【答案】B

【解析】

A. 催化剂只改变反应速率，不改变始末状态。化学反应的焓变只与反应体系的始态和终态有关，与反应进行的途径无关，故 A 错误。

B.  $\text{MnO}_2$  或  $\text{FeCl}_3$  可作催化剂，催化剂能加快分解反应的速率，故 B 正确。

C. 催化剂能改变反应的活化能，故催化剂可以改变反应路径，故 C 错误。

D. 反应物总能量大于生成物总能量，反应为放热反应，故 D 错误。

7. 下列关于元素周期表应用的说法正确的是

- A. 为元素性质的系统研究提供指导,为新元素的发现提供线索  
 B. 在金属与非金属的交界处，寻找可做催化剂的合金材料  
 C. 在 I A、II A 族元素中，寻找制造农药的主要元素  
 D. 在过渡元素中，可以找到半导体材料

【答案】A

## 【解析】

- A. 同周期、同主族元素性质具有一定相似性、递变性，位置靠近的元素性质相似，为新元素的发现和预测它们的原子结构和性质提供线索，故 A 正确。
- B. 在金属与非金属的交界处，可找到半导体材料，故 B 错误。
- C. Cl、S、P 元素可用于制造农药，故 C 错误。
- D. 在金属元素与非金属元素的分界线附近的元素，通常既具有金属性又具有非金属性，可以用来做良好的半导体材料，如硅等，而不是过渡元素，故 D 错误。

8. 我国工业废水中几种污染物及其最高允许排放浓度如下表。下列说法不正确的是

污染物	汞	镉	铬	铅	砷	氰化物
主要存在形式	$\text{Hg}^{2+}$ $\text{CH}_3\text{Hg}^+$	$\text{Cd}^{2+}$	$\text{CrO}_4^{2-}$ $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	$\text{Pb}^{2+}$	$\text{AsO}_3^{3-}$ $\text{AsO}_4^{3-}$	$\text{CN}^-$
最高允许排放浓度 / $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$	0.05	0.1	0.5	1.0	0.5	0.5

注：我国规定酸、碱废水 pH 的最大允许排放标准是大于 6、小于 9。

- A.  $\text{Hg}^{2+}$ 、 $\text{Cd}^{2+}$ 、 $\text{Pb}^{2+}$  是重金属离子
- B. 对于  $\text{pH} > 9$  的废水可用中和法处理
- C. 将  $\text{CrO}_4^{2-}$  转化为  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  是用氧化的方法
- D. 在含有  $\text{Hg}^{2+}$  的废水中加入  $\text{Na}_2\text{S}$ ，可使  $\text{Hg}^{2+}$  转变成沉淀而除去

## 【答案】C

## 【解析】

- A. 重金属包括铜、铅、锌、锡、镍、钴、铋、汞、铬、铍。
- B. 碱性废水用中和法调 PH 值至 6-9。
- C.  $\text{CrO}_4^{2-}$  转化为  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  时无化合价改变，为非氧化还原反应。
- D. 向含有  $\text{Hg}^{2+}$  的废水中加入  $\text{Na}_2\text{S}$ ，发生反应  $\text{Hg}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{HgS} \downarrow$ ， $\text{Hg}^{2+}$  转化为  $\text{HgS}$  沉淀除去。

9. 将 5 mL  $0.005 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{FeCl}_3$  溶液和 5 mL  $0.015 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KSCN}$  溶液混合，达到平衡后溶液呈红色。再将混合液等分为 5 份，分别进行如下实验：

	实验①：滴加 4 滴水，振荡
	实验②：滴加 4 滴饱和 $\text{FeCl}_3$ 溶液，振荡
	实验③：滴加 4 滴 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KCl}$ 溶液，振荡
	实验④：滴加 4 滴 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KSCN}$ 溶液，振荡
	实验⑤：滴加 4 滴 $6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$ 溶液，振荡

下列说法不正确的是

- A. 对比实验①和②，为了证明增加反应物浓度，平衡发生正向移动
- B. 对比实验①和③，为了证明增加生成物浓度，平衡发生逆向移动
- C. 对比实验①和④，为了证明增加反应物浓度，平衡发生正向移动
- D. 对比实验①和⑤，为了证明减少反应物浓度，平衡发生逆向移动

【答案】B

## 【解析】

A. 对比实验①和②，差别为是否加入  $\text{FeCl}_3$ ，为了证明增加反应物浓度使平衡  $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$  正向移动。

B. 对比实验①和③，差别为是否加入  $\text{KCl}$ ，与平衡  $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$  无关。

C. 对比实验①和④，差别为是否加入  $\text{KSCN}$ ，为了证明增加反应物浓度使平衡  $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$  正向移动。

D. 对比实验①和⑤，差别为是否加入  $\text{NaOH}$ ，⑤中发生反应  $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$ ，降低了  $c(\text{Fe}^{3+})$ ，为了证明减少反应物浓度使平衡  $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$  逆向移动。

10. 根据如下实验：

①向  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  和  $\text{CuSO}_4$  的混合液中加入过量铁粉，充分反应，有红色固体析出，过滤。

②取①中滤液，向其中滴加  $\text{KSCN}$  溶液，观察现象。

判断下列说法正确的是

A. 氧化性  $\text{Cu}^{2+} > \text{Fe}^{3+}$

B. ①中所得固体只含铜

C. ①中滤液含有  $\text{Cu}^{2+}$  和  $\text{Fe}^{2+}$

D. ②中不会观察到溶液变红

【答案】D

【解析】

A. 氧化性  $\text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+}$ 。

- B. 题干中提示加入过量铁粉，所以①中固体为 Cu 和 Fe。
- C. 题干中提示加入过量铁粉，所以①中滤液无  $\text{Cu}^{2+}$ 。
- D. 题干中提示加入过量铁粉， $\text{Fe}^{3+}$ 完全反应，加入 KSCN 不变红。

11. 元素周期表隐含着许多信息和规律。以下所涉及的元素均为中学化学中常见的短周期元素，其原子半径及主要化合价列表如下，其中  $\text{R}_2\text{Q}_2$  用于呼吸面具或潜水艇中作为氧气来源。

元素代号	M	R	Q	T	X	Y	Z
原子半径/nm	0.037	0.186	0.074	0.102	0.150	0.160	0.099
主要化合价	+1	+1	-2	-2、+4、+6	+3	+2	-1

下列说法正确的是

- A. T、Z的最高价氧化物对应水化物的酸性 $T < Z$
- B. R、X、Y的单质失去电子能力最强的是X
- C. M与Q形成的是离子化合物
- D. M、Q、Z都在第2周期

【答案】A

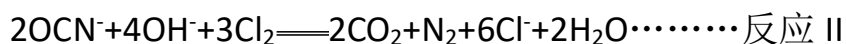
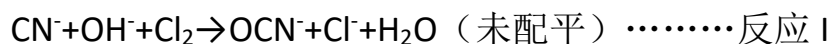
【解析】

- A. T为S，Z为Cl，非金属性 $S < Cl$ ，故最高价氧化物对应水化物的酸性 $T < Z$ 。
- B. R为Na，X为Al，Y为Mg，金属性越强，失电子能力越强，故失电子能力最强的是R。
- C. M为H，Q为O，可以形成化合物 $\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{H}_2\text{O}_2$ ，均为共价化合物。
- D. M为H，在第1周期，Q为O，在第2周期，Z为Cl，在第3周



期。

12. 处理含氰( $\text{CN}^-$ )废水涉及以下反应,其中无毒的  $\text{OCN}^-$ 中碳元素为+4价。



下列说法正确的是

- A. 反应 I 中碳元素被还原
- B. 反应 II 中  $\text{CO}_2$  为氧化产物
- C. 处理过程中, 每产生  $1 \text{ mol N}_2$ , 消耗  $3 \text{ mol Cl}_2$
- D. 反应 I 中  $\text{CN}^-$  与  $\text{Cl}_2$  按物质的量之比  $1:1$  进行反应

【答案】D

【解析】

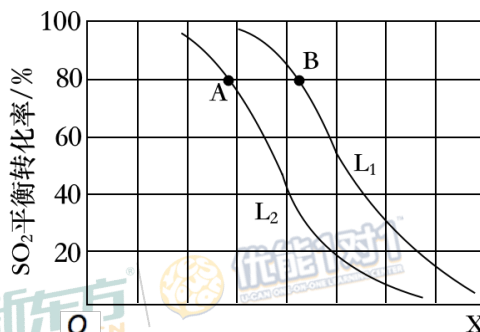
根据题目提示可知产物  $\text{OCN}^-$  中的 C 元素为+4价, 计算可得反应物  $\text{CN}^-$  中的 C 元素为+2价, 故反应 I 中 C 元素被氧化, A 错误; 反应 II 中 C、O 元素均未变价, 而 N 元素从反应物  $\text{OCN}^-$  中的-3价升高为产物中的 0 价, 氧化产物应为  $\text{N}_2$ , B 错误; “处理过程”指  $\text{CN}^-$  经过反应 I 和反应 II 最终生成  $\text{N}_2$  的过程, 每产生  $1 \text{ mol N}_2$  应消耗  $5 \text{ mol Cl}_2$ , C 错误; 反应 I 中,  $\text{CN}^-$  中的 C 元素升高 2 价,  $\text{Cl}_2$  整体降低 2 价, 无其它变价元素, 根据氧化还原反应得失电子守恒可以判断二者比例应为  $1:1$ , D 正确; 故选 D。

13. 生产硫酸的主要反应： $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g}) \Delta H < 0$ 。

图中  $L(L_1、L_2)$ 、 $X$  可分别代表压强或温度。

下列说法正确的是

- A.  $X$  代表压强  
 B. 推断  $L_1 > L_2$   
 C. A、B 两点对应的平衡常数相同  
 D. 一定温度下，当混合气中



$n(\text{SO}_2):n(\text{O}_2):n(\text{SO}_3)=2:1:2$ ，则反应一定达到平衡

【答案】B

【解析】

由方程式可知：温度升高，平衡逆向移动，二氧化硫转化率降低；压强增大，平衡正向移动，二氧化硫转化率升高。由图像可知：随着  $X$  增大，二氧化硫转化率降低，故  $X$  代表温度， $L$  代表压强； $L_1$  状态下二氧化硫转化率大，所以  $L_1 > L_2$ 。A、B 两点温度不同，所以平衡常数不同。混合气体各组分浓度不变才可说明反应达到平衡。故选 B。

14. 丁烯( $\text{C}_4\text{H}_8$ )是制备线性低密度聚乙烯(LLDPE)的原料之一，可由丁

烷( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ )催化脱氢制备， $\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_4\text{H}_8(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \Delta H = +123$

$\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。该工艺过程中生成的副产物有炭(C)、 $\text{C}_2\text{H}_6$ 、 $\text{C}_2\text{H}_4$ 、 $\text{C}_4\text{H}_6$

等。进料比 $[\frac{n(\text{氢气})}{n(\text{丁烷})}]$ 和温度对丁烯产率的影响如图 1、图 2 所示。

已知原料气中氢气的作用是活化固体催化剂。

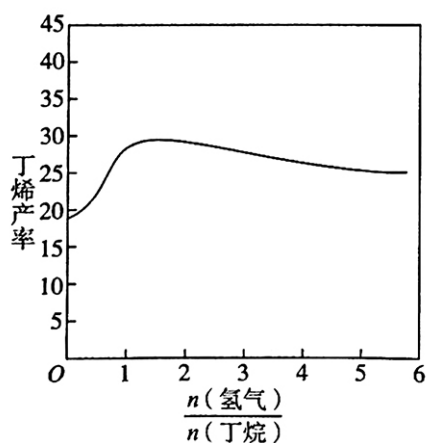


图 1

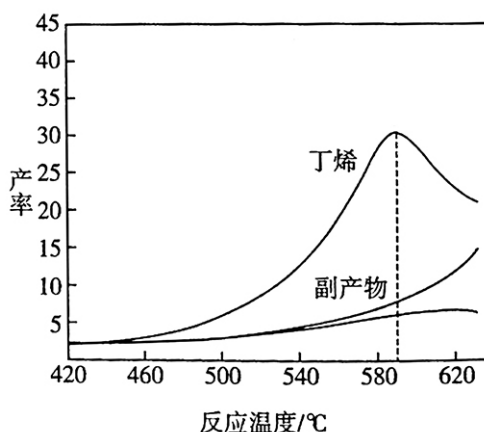


图 2

下列分析正确的是

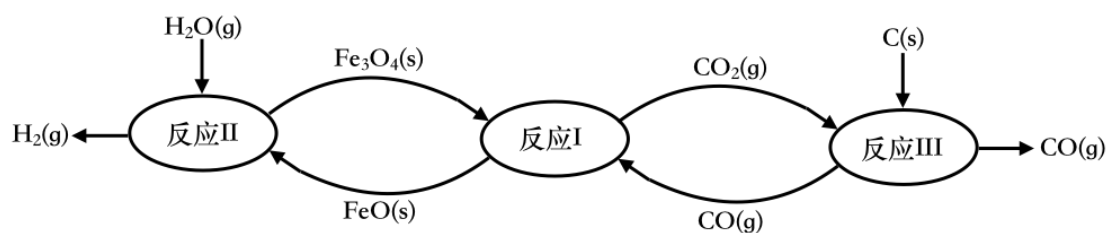
- A. 氢气的作用是活化固体催化剂，改变氢气量不会影响丁烯的产率
- B. 丁烷催化脱氢是吸热反应，丁烯的产率随温度升高而不断增大
- C. 随温度升高丁烯裂解生成的副产物增多，会影响丁烯的产率
- D. 一定温度下，控制进料比 $[\frac{n(\text{氢气})}{n(\text{丁烷})}]$ 越小，越有利于提高丁烯的产率

【答案】C

【解析】

- A. 由方程式可知，氢气作为产物出现，所以氢气的量会影响丁烯的产率，故 A 项错误。
- B. 由图 2 可知，温度过高时，随温度升高丁烯产率有所下降，故 B 项错误。
- C. 由图 2 可知，随温度升高，副产物增多，高于一定温度后，丁烯产率有所降低，故 C 项正确。
- D. 由图 1 可知，当进料比过低，丁烯的产率有所降低，故 D 项错误。

15. (12分) 工业上利用铁的氧化物在高温条件下循环裂解水制氢气的流程如下图所示。



(1) 反应 I 的化学方程式为： $\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) + \text{CO}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} 3\text{FeO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ ，

反应 II 的化学方程式为\_\_\_\_\_，对比反应 I、II，

铁的氧化物在循环裂解水制氢气过程中的作用是

\_\_\_\_\_。用化学方程式表示反应 I、II、III 的总结果：

\_\_\_\_\_。

(2) 反应 III 为： $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{C}(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g}) \Delta H > 0$ 。为了提高达平衡

后 CO 的产量，理论上可以采取的合理措施有\_\_\_\_\_（任写一条措施）。

(3) 上述流程中铁的氧化物可用来制备含有  $\text{Fe}^{3+}$  的刻蚀液，用刻蚀

液刻蚀铜板时，可观察到溶液颜色逐渐变蓝，该反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。

刻蚀液使用一段时间后会失效，先加酸，再加入过氧化氢溶液，可实现刻蚀液中  $\text{Fe}^{3+}$  的再生，该反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。

(4) 上述流程中碳的氧化物可用来制备碳酰肼 $[\text{CO}(\text{NHNH}_2)_2]$ ，其中碳

元素为+4价。加热条件下，碳酰肼能将锅炉内表面锈蚀后的氧化铁转化为结构紧密的四氧化三铁保护层，并生成氮气、水和二氧化碳。该反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

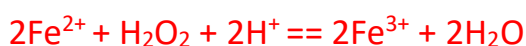
## 【答案】

(1)  $3\text{FeO}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g})$ ; 催化剂;



(2) 升高温度, 减小压强, 通入  $\text{CO}_2$ , 移走  $\text{CO}$

(3)  $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{Fe}^{2+}$



(4)  $\text{CO}(\text{NHNH}_2)_2 + 12\text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\Delta} 8\text{Fe}_3\text{O}_4 + 2\text{N}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

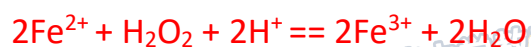
## 【解析】

(1) 由图可知  $3\text{FeO}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g})$ , 铁的氧化物先反应后生成, 所以充当的角色是催化剂, 由三个反应可知反应物是  $\text{C}$  和  $\text{H}_2\text{O}$ , 生成物是  $\text{H}_2$  和  $\text{CO}$ , 则总结果为:  $\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$

(2) 由勒夏特列原理可知, 升高温度, 通入  $\text{CO}_2$ , 移走  $\text{CO}$ , 均可提高达平衡后  $\text{CO}$  的产量。

(3) 根据题意  $\text{Fe}^{3+}$  刻蚀铜板, 故答案为:  $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{Fe}^{2+}$ 。

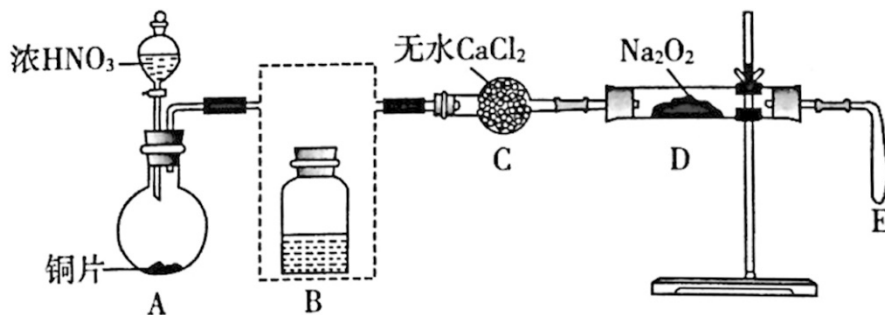
根据题意  $\text{Fe}^{3+}$  加入酸后再加入过氧化氢, 发生反应, 故答案为:



(4) 根据题意书写反应物, 生成物及条件, 并配平反应, 故答案为  
 $\text{CO}(\text{NHNH}_2)_2 + 12\text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\Delta} 8\text{Fe}_3\text{O}_4 + 2\text{N}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

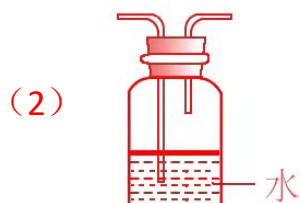
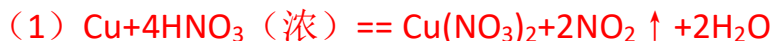
16. (9分) 某化学兴趣小组探究 NO 与  $\text{Na}_2\text{O}_2$  的反应, 设计了如下图所示实验装置, 其中 E 为实验前压瘪的气囊。

资料: 除浅黄色的  $\text{AgNO}_2$  难溶于水外, 其余亚硝酸盐均易溶于水。



- (1) 写出 A 中反应的化学方程式: \_\_\_\_\_。
- (2) 将装置 B 补充完整, 并标明试剂。
- (3) 用无水  $\text{CaCl}_2$  除去水蒸气的目的是\_\_\_\_\_。
- (4) 反应一段时间后, D 处有烫手的感觉, 其中固体由淡黄色变为白色, 直至颜色不再变化时, 气囊 E 始终没有明显鼓起。
- ① 学生依据反应现象和氧化还原反应规律推断固体产物为  $\text{NaNO}_2$ 。写出该反应的化学方程式: \_\_\_\_\_。
- ② 设计实验证明  $\text{NaNO}_2$  的生成, 实验方案是\_\_\_\_\_。
- (写出操作、现象和结论)

【答案】



- (3) 防止水蒸气与  $\text{Na}_2\text{O}_2$  反应, 干扰实验



②取少量 D 管中的固体于试管中，加水溶解，再加入  $\text{AgNO}_3$  溶液，若生成浅黄色沉淀，则有  $\text{NaNO}_2$  生成。

**【解析】**

(1)  $\text{Cu}$  与浓  $\text{HNO}_3$  反应生成  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{NO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ ，此为高中阶段基础反应；

(2) B 装置的目的是要让 A 中生成的  $\text{NO}_2$  与水反应来制备  $\text{NO}$  进行后续实验；

(3) 水蒸气会与 D 中的过氧化钠反应，干扰实验，所以要除去；

(4) ①E 中没有鼓起，说明没有氧气产生，即可直接写出此方程式；

②根据题干可知亚硝酸盐中只有  $\text{AgNO}_2$  难溶，所以只要跟  $\text{AgNO}_3$  生成浅黄色沉淀，即可确定产物中有  $\text{NaNO}_2$ 。

17. (12分) 氯是海水中含量丰富的元素，氯的单质及其化合物在生产、生活领域应用广泛。

(1) 自来水厂常用液氯进行杀菌消毒。氯气溶于水发生的可逆反应为\_\_\_\_\_（用离子方程式表示）。

(2) 用液氯消毒会产生微量有机氯代物，危害人体健康，可以使用二氧化氯( $\text{ClO}_2$ )代替液氯。工业上以黄铁矿( $\text{FeS}_2$ )、氯酸钠( $\text{NaClO}_3$ )和硫酸溶液混合制备二氧化氯气体。已知黄铁矿中的硫元素(-1价)最终氧化成 $\text{SO}_4^{2-}$ ，写出制备二氧化氯的离子方程式：

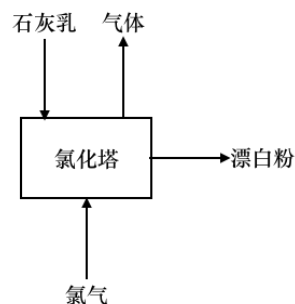
\_\_\_\_\_。

(3) 生产漂白粉工厂的主要设备是氯化塔，塔从上到下分为四层，右图为生产流程示意图。

生产漂白粉反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。实

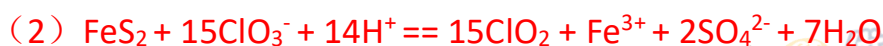
际生产中，将石灰乳（含有3%~6%水分的熟

石灰）从塔顶喷洒而下，氯气从塔的最底层通入。这样加料的目的是\_\_\_\_\_。



(4) 用莫尔法可以测定溶液中的Cl<sup>-</sup>的含量。莫尔法是一种沉淀滴定法，用标准AgNO<sub>3</sub>溶液滴定待测液，以K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>为指示剂，滴定终点的现象是溶液中出现砖红色沉淀(Ag<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>)。已知平衡Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup> + H<sub>2</sub>O ⇌ 2CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup> + 2H<sup>+</sup>，该滴定过程需要控制pH范围在6.5~10.5，若pH小于6.5会使测定结果偏高。结合平衡移动原理解释偏高的原因：\_\_\_\_\_。

【答案】



(4)  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$ ，提高 c(H<sup>+</sup>)，平衡逆向移动，c(CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)降低，导致生成 Ag<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> (砖红色) 沉淀所需 c(Ag<sup>+</sup>)更大，消耗的 AgNO<sub>3</sub> 增多，使测定出的 c(Cl<sup>-</sup>) 结果偏高。

【解析】



(2) 已知黄铁矿中硫元素化合价为-1，被 ClO<sub>3</sub><sup>-</sup> 氧化为 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>；黄铁矿



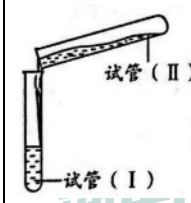
中铁元素化合价为+2，被  $\text{ClO}_3^-$  氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ ，故离子方程式：



(3) 制备漂白粉的化学方程式为： $2\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{Cl}_2 == \text{CaCl}_2 + \text{Ca}(\text{ClO})_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ；石灰乳由塔顶喷洒与底层通入的氯气充分接触，能够增大反应接触面积，从而提高反应速率，故答案：充分接触（或充分吸收）。

(4)  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$ ，提高  $c(\text{H}^+)$ ，平衡逆向移动， $c(\text{CrO}_4^{2-})$  降低，导致生成  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ （砖红色）沉淀所需  $c(\text{Ag}^+)$  更大，消耗的  $\text{AgNO}_3$  增多，使测定出的  $c(\text{Cl}^-)$  结果偏高。

18. (8分) 某学习小组学习了亚铁盐的性质后，欲探究  $\text{FeSO}_4$  溶液分别与  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液、 $\text{NaHCO}_3$  溶液的反应。已知： $\text{Fe}(\text{OH})_2$  和  $\text{FeCO}_3$  均为白色沉淀，不存在  $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ 。实验操作及现象记录如下：

实验	试剂		操作及现象
	试管 (I)	试管 (II)	
 (试管容积为 50 mL)	实验 a	$1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{FeSO}_4$ 溶液 24 mL	$1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液 24 mL 倾倒完后，迅速用胶塞塞紧试管 I 的口部，反复上下颠倒摇匀，使反应物充分混合 反应过程中无气泡产生，生成白色絮状沉淀 放置 1.5~2h 后，白色絮状沉淀转化为白色颗粒状沉淀
	实验 b	$1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{FeSO}_4$ 溶液 10 mL	$1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{NaHCO}_3$ 溶液 20 mL 倾倒完后，迅速产生白色颗粒状沉淀和大量气泡。振荡，经 2~4min 后液面上方试管内壁黏附的白色颗粒状沉淀物变成红褐色

(1) 甲同学认为实验 a 中白色颗粒状沉淀是  $\text{FeCO}_3$ ，写出该反应的离子方程式：\_\_\_\_\_；他为了证实自己的观点，进行实验：取少量白色颗粒状沉淀，加入\_\_\_\_\_，发现产

生大量气泡。

- (2) 乙同学推测实验 a 的白色颗粒状沉淀中还可能含有  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ，他将实验 a 中两种溶液体积均改成 15 ml 后再进行实验，证实了他的推测。能证明  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  存在的实验现象是\_\_\_\_\_。
- (3) 实验 b 中白色颗粒状沉淀主要成分也为  $\text{FeCO}_3$ ，写出生成  $\text{FeCO}_3$  的离子方程式：\_\_\_\_\_。
- (4) 实验 b 中液面上方试管内壁粘附的白色颗粒状沉淀物变成红褐色，主要原因是潮湿的  $\text{FeCO}_3$  被氧气氧化，写出该反应的化学方程式：\_\_\_\_\_。
- (5) 乙同学反思，实验 a 中含有  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ，实验 b 中几乎不含有  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ，对比分析出现差异的原因是\_\_\_\_\_。

**【答案】**

(1)  $\text{Fe}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} == \text{FeCO}_3 \downarrow$       稀硫酸（或稀盐酸等）

(2) 生成白色沉淀，迅速变为灰绿色，最终变成红褐色

(3)  $\text{Fe}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- == \text{FeCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

(4)  $4\text{FeCO}_3 + \text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} == 4\text{Fe}(\text{OH})_3 + 4\text{CO}_2$

(5) 混合以后，虽然实验 b 中 c ( $\text{NaHCO}_3$ ) 比实验 a 中 c ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 大，但  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液的碱性（或水解程度）比  $\text{NaHCO}_3$  溶液的的强

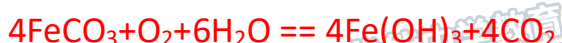
**【解析】**

(1) 由题目可知，溶液中  $\text{Fe}^{2+}$  与  $\text{CO}_3^{2-}$  结合，生成  $\text{FeCO}_3$ 。所以离子方程式为： $\text{Fe}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} == \text{FeCO}_3 \downarrow$ 。碳酸根检验时应加入氢离子，产生  $\text{CO}_2$  气体。所以应加入稀盐酸。

(2) 氢氧化亚铁在空气中迅速被氧化, 先变为灰绿色再变为红褐色, 所以现象为生成白色沉淀, 迅速变为灰绿色, 最后变成红褐色。

(3) 由题目可知, 生成  $\text{FeCO}_3$  以及  $\text{CO}_2$  气体, 所以离子反应方程式为:  $\text{Fe}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{FeCO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

(4) 由题目可知,  $\text{FeCO}_3$  被空气中氧气氧化生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , 按照氧化还原反应方程式配平, 得出方程式为:



(5) 实验中生成氢氧化亚铁, 由于溶液氢氧根浓度较高, 同温度, 同浓度下, 碳酸根水解程度强于碳酸氢根, 所以同浓度的碳酸钠溶液中氢氧根浓度大于碳酸氢钠溶液, 导致实验中有氢氧化亚铁生成, 而碳酸氢钠溶液中氢氧根浓度相对较低, 没有氢氧化亚铁生成。

19. (10分) 市售食盐常有无碘盐和加碘盐 (含  $\text{KIO}_3$  和少量的  $\text{KI}$ )。

I. 某同学设计检验食盐是否为加碘盐的定性实验方法:

① 取待检验食盐溶于水, 加入稀硫酸酸化, 再加入过量的  $\text{KI}$  溶液, 振荡。

② 为验证①中有  $\text{I}_2$  生成, 向上述混合液中加入少量  $\text{CCl}_4$  充分振荡后, 静置。

(1) 若为加碘盐, 则①中发生反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。

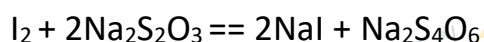
(2) ②中的实验操作名称是\_\_\_\_\_。

(3) 实验过程中能证明食盐含  $\text{KIO}_3$  的现象是\_\_\_\_\_。

II. 碘摄入过多或者过少都会增加患甲状腺疾病的风险。目前国家

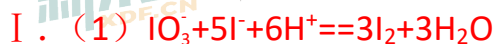
标准 (GB/T13025.7) 所用的食盐中碘含量测定方法:

- ①用饱和溴水将碘盐中少量的 I<sup>-</sup>氧化成 IO<sub>3</sub><sup>-</sup>。
- ②再加入甲酸发生反应： $\text{Br}_2 + \text{HCOOH} = \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{HBr}$ 。
- ③在酸性条件下，加入过量 KI，使之与 IO<sub>3</sub><sup>-</sup>完全反应。
- ④以淀粉作指示剂，用 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 标准溶液进行滴定，测定碘元素的含量。



- (1) ①中反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。
- (2) 测定食盐碘含量过程中，Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 与 IO<sub>3</sub><sup>-</sup>的物质的量之比为\_\_\_\_\_。
- (3) 有人提出为简化操作将①、②省略，但这样会造成测定结果偏低。请分析偏低的原因：\_\_\_\_\_。

【答案】



(2) 萃取

(3) ②中溶液分为上下两层，上层颜色变浅，下层变为紫红色



(2) 6:1

(3) 碘盐中还有的少量 I<sup>-</sup>未被氧化成 IO<sub>3</sub><sup>-</sup>，造成食盐中部分碘元素未计入测定，在③中生成的 I<sub>2</sub> 就会减少，④中消耗的 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 标准溶液的体积会减少，使测得的 IO<sub>3</sub><sup>-</sup> 的量会减少，所以食盐中碘含量也会减少。

【解析】

I. (1) 由题意知, 该题考查  $\text{KIO}_3$  和  $\text{KI}$  在酸性条件下的离子反应, 根据氧化还原反应原理可得答案。

(2) 加入四氯化碳的目的是萃取溶液中的  $\text{I}_2$

(3) 单质  $\text{I}_2$  溶于四氯化碳中显紫红色, 由  $\text{I}_2$  的存在即可证明食盐中含  $\text{KIO}_3$

II. (1) ①考查陌生离子方程式的书写,  $\text{Br}_2$  与  $\text{I}^-$  反应生成  $\text{Br}^-$  和  $\text{IO}_3^-$ , 再配介质和水即可。

(2) ③反应是  $\text{IO}_3^- + 5\text{I}^- + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ ,

④中给出  $\text{I}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightleftharpoons 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$ , 所以  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  与  $\text{IO}_3^-$  物质的量之比为 6:1

(3) 本题测碘元素含量, 包括  $\text{KI}$  和  $\text{KIO}_3$ , ①的目的是将  $\text{KI}$  转化成  $\text{KIO}_3$ , ②中除去多余的  $\text{Br}_2$ , 避免③中的  $\text{KI}$  与  $\text{Br}_2$  反应。若省略①②, 在③中生成的  $\text{I}_2$  就会减少, ④中消耗的  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  标准溶液的体积会减少, 使测得的  $\text{IO}_3^-$  的量会减少, 所以食盐中碘含量也会减少。

20. (10分) 将甘油 ( $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ ) 转化成高附加值产品是当前热点研究方向, 如甘油和水蒸气、氧气经催化重整或部分催化氧化可制得氢气, 反应主要过程如下:

甘油水蒸气重整 (SPG)	$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3(\text{l}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{CO}_2(\text{g}) + 7\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1 = +128\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	反应 I
甘油部分氧化 (POG)	$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3(\text{l}) + \frac{3}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H_2 = -603\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	反应 II
甘油氧化水蒸气重整 (OSRG)	$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3(\text{l}) + \frac{3}{2}\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \frac{3}{4}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{CO}_2(\text{g}) + \frac{11}{2}\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H_3$	反应 III

(1) 下列说法正确的是\_\_\_\_\_ (填字母序号)

- a. 消耗等量的甘油，反应 I 的产氢率最高
- b. 消耗等量的甘油，反应 II 的放热最显著
- c. 经过计算得到反应 III 的  $\Delta H_3 = -237.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- d. 理论上，通过调控甘油、水蒸气、氧气的用量比例可以实现自热重整反应，即焓变约为 0，这体现了科研工作者对吸热反应和放热反应的联合应用

(2) 研究人员经过反复试验，实际生产中将反应 III 设定在较高温度 ( $600 \sim 700^\circ\text{C}$ ) 进行，选择该温度范围的原因有：催化剂活性和选择性高、\_\_\_\_\_。

(3) 研究人员发现，反应 I 的副产物很多，主要含有： $\text{CH}_4$ 、 $\text{C}_2\text{H}_4$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{CH}_3\text{CHO}$ 、 $\text{CH}_3\text{COOH}$  等，为了显著提高氢气的产率，采取以下两个措施。

① 首要抑制产生甲烷的副反应。从原子利用率角度分析其原因：

\_\_\_\_\_。

② 用  $\text{CaO}$  吸附增强制氢。如图 1 所示，请解释加入  $\text{CaO}$  的原因：

\_\_\_\_\_。

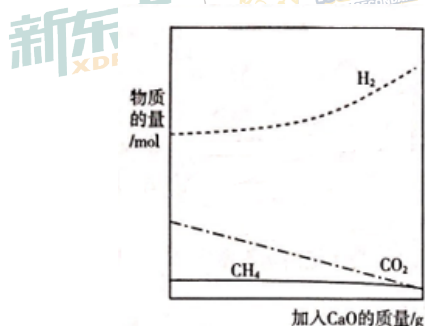


图 1

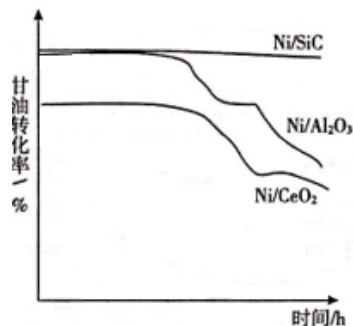


图 2

(4) 制备高效的催化剂是这种制氢方法能大规模应用于工业的重要

因素。通常将 Ni 分散在高比表面的载体 (SiC、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CeO<sub>2</sub>) 上以提高催化效率。分别用三种催化剂进行实验,持续通入原料气,在一段时间内多次取样,绘制甘油转化率与时间的关系如图 2 所示。

- ①结合图 2 分析 Ni/SiC 催化剂具有的优点是\_\_\_\_\_。
- ②研究发现造成催化剂效率随时间下降的主要原因是副反应产生的大量碳粉(积碳)包裹催化剂,通过加入微量的、可循环利用的氧化镧(La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)可有效减少积碳。其反应机理包括两步:  
 第一步为:  $\text{La}_2\text{O}_3 + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{La}_2\text{O}_2\text{CO}_3$   
 第二步为: \_\_\_\_\_ (写出化学反应方程式)。

**【答案】**

(1) abcd

(2) 升高温度反应速率快

(3) ①在所有副产物中, CH<sub>4</sub> 中含氢量最高, 导致氢原子利用率降低最多

②CaO 吸收 CO<sub>2</sub> 生成 CaCO<sub>3</sub>, c(CO<sub>2</sub>)减小, 反应 I 平衡正移, H<sub>2</sub>

产率增加

(4) ①催化效率高, 稳定性高 / 催化剂寿命长

②  $\text{La}_2\text{O}_2\text{CO}_3 + \text{C} \rightleftharpoons \text{La}_2\text{O}_3 + 2\text{CO}$

**【解析】**

(1) a. 根据方程式, 消耗 1mol 甘油, 反应 I 产生 7mol H<sub>2</sub>, 反应 II 产生 4mol H<sub>2</sub>, 反应 III 产生 5.5mol H<sub>2</sub>, 故反应 I 的产氢率最高。

b. 甘油与水反应吸热，与氧气反应放热。 $\Delta H_3 = (\Delta H_1 + \Delta H_2)/2$ ，所以反应 III 放热一定没有反应 II 多。

c. 由  $\Delta H_3 = (\Delta H_1 + \Delta H_2)/2$  计算可知  $\Delta H_3 = -237.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

d. 甘油与水反应吸热，与氧气反应放热，所以可以调控甘油、水蒸气、氧气的用量比例可以让整体焓变约为 0。

(2) 选择较高温度可以提高反应速率。而反应 III 是放热反应，温度升高不利于平衡转化。故仅从反应速率加快角度来回答。

(3) ① 题干目的是“显著提高氢气的产率”，采取方式为“首要抑制产生甲烷的副反应”，说明发生产生甲烷的副反应导致氢原子利用率降低最多，通过观察分析题目 6 种物质的分子式，得知甲烷的含氢量最高。所以原因是由于  $\text{CH}_4$  的含氢量最高，所以生成甲烷的副反应导致氢原子利用率最低。

② 由图像可知  $\text{CO}_2$  减少，分析原因是  $\text{CaO}$  吸收  $\text{CO}_2$  生成  $\text{CaCO}_3$ ， $c(\text{CO}_2)$  减小，由反应 I 可知  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2$  是生成物， $c(\text{CO}_2)$  减小会引起平衡正移， $c(\text{H}_2)$  增大。

(4) ① 由图可知，相比于另外两个催化剂，使用  $\text{Ni/SiC}$  的甘油转化率几乎不随时间变化，并且一直保持较高。

② 由于  $\text{La}_2\text{O}_3$  可循环利用，起到催化剂作用，第一步反应物有  $\text{CO}_2$ ，题目中“减少积碳”说明第二步反应物有  $\text{C}$ ，所以推测总反应是  $\text{C} + \text{CO}_2 = 2\text{CO}$ ，故第二步反应为： $\text{La}_2\text{O}_2\text{CO}_3 + \text{C} \rightleftharpoons \text{La}_2\text{O}_3 + 2\text{CO}$ 。