

2016 年全国统一高考化学试卷（新课标Ⅱ）

一、选择题：本大题共 7 小题，每小题 6 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

1. (6 分) 下列关于燃料的说法错误的是 ()
 - A. 燃料燃烧产物 CO_2 是温室气体之一
 - B. 化石燃料完全燃烧不会造成大气污染
 - C. 以液化石油气代替燃油可减少大气污染
 - D. 燃料不完全燃烧排放的 CO 是大气污染物之一
2. (6 分) 下列各组中的物质均能发生加成反应的是 ()
 - A. 乙烯和乙醇
 - B. 苯和氯乙烯
 - C. 乙酸和溴乙烷
 - D. 丙烯和丙烷
3. (6 分) a、b、c、d 为短周期元素，a 的原子中只有 1 个电子， b^{2-} 和 c^+ 的电子层结构相同，d 与 b 同族。下列叙述错误的是 ()
 - A. a 与其他三种元素形成的二元化合物中其化合价均为 +1
 - B. b 与其他三种元素均可形成至少两种二元化合物
 - C. c 的原子半径是这些元素中最大的
 - D. d 与 a 形成的化合物的溶液呈弱酸性
4. (6 分) 分子式为 $\text{C}_4\text{H}_8\text{Cl}_2$ 的有机物共有 (不含立体异构) ()
 - A. 7 种
 - B. 8 种
 - C. 9 种
 - D. 10 种
5. (6 分) $\text{Mg}-\text{AgCl}$ 电池是一种以海水为电解质溶液的水激活电池。下列叙述错误的是 ()
 - A. 负极反应式为 $\text{Mg}-2\text{e}^- = \text{Mg}^{2+}$
 - B. 正极反应式为 $\text{Ag}^{+}+\text{e}^- = \text{Ag}$
 - C. 电池放电时 Cl^- 由正极向负极迁移
 - D. 负极会发生副反应 $\text{Mg}+2\text{H}_2\text{O}=\text{Mg}(\text{OH})_2+\text{H}_2\uparrow$
6. (6 分) 某白色粉末由两种物质组成，为鉴别其成分进行如下实验：
①取少量样品加入足量水仍有部分固体未溶解；再加入足量稀盐酸，有气泡产生，固体全部溶解；

②取少量样品加入足量稀硫酸有气泡产生，振荡后仍有固体存在。

该白色粉末可能为（ ）

A. NaHCO_3 、 Al(OH)_3 B. AgCl 、 NaHCO_3
C. Na_2SO_3 、 BaCO_3 D. Na_2CO_3 、 CuSO_4

7. (6分) 下列实验操作能达到实验目的是 ()

	实验目的	实验操作
A.	制备 Fe(OH)_3 胶体	将 NaOH 浓溶液滴加到饱和 FeCl_3 溶液中
B.	由 MgCl_2 溶液制备无水 MgCl_2	将 MgCl_2 溶液加热蒸干
C.	除去 Cu 粉中混有的 CuO	加入稀硝酸溶液，过滤、洗涤、干燥
D.	比较水与乙醇中氢的活泼性	分别将少量钠投入到盛有水和乙醇的烧杯中

A. A B. B C. C D. D

三、非选择题：包括必考题和选考题两部分。第 22 题～第 32 题为必考题，每

个试题考生都必须作答。第 33 题～第 40 题为选考题，考生根据要求作答。（

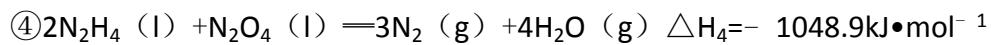
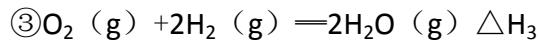
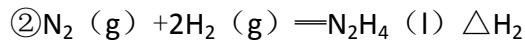
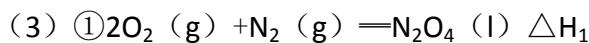
(一) 必考题 (共 129 分)

8. (14分) 联氨(又称肼, N_2H_4 , 无色液体)是一种应用广泛的化工原料, 可用作火箭燃料。回答下列问题:

(1) 联氨分子的电子式为_____，其中氮的化合价为_____。

(2) 实验室中可用次氯酸钠溶液与氨反应制备联氨, 反应的化学方程式为

•



上述反应热效应之间的关系式为 $\Delta H_4 = \text{_____}$, 联氨和 N_2O_4 可作为火箭推进剂的主要原因为_____。

(4) 联氨为二元弱碱, 在水中的电离方式与氨相似。联氨第一步电离反应的平

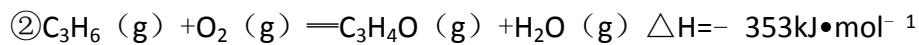
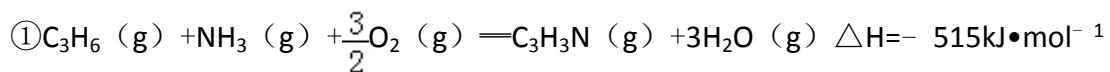
衡常数值为_____ (已知: $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{N}_2\text{H}_5^+$ 的 $K=8.7 \times 10^7$; $K_w=1.0 \times 10^{-14}$).

联氨与硫酸形成的酸式盐的化学式为_____.

(5) 联氨是一种常用的还原剂. 向装有少量 AgBr 的试管中加入联氨溶液, 观察到的现象是_____. 联氨可用于处理高压锅炉水中的氧, 防止锅炉被腐蚀. 理论上 1kg 的联氨可除去水中溶解的 O_2 _____kg; 与使用 Na_2SO_3 处理水中溶解的 O_2 相比, 联氨的优点是_____.

9. (14 分) 丙烯腈 ($\text{CH}_2=\text{CHCN}$) 是一种重要的化工原料, 工业上可用“丙烯氨氧化法”生产. 主要副产物有丙烯醛 ($\text{CH}_2=\text{CHCHO}$) 和乙腈 (CH_3CN) 等. 回答下列问题:

(1) 以丙烯、氨、氧气为原料, 在催化剂存在下生成丙烯腈 ($\text{C}_3\text{H}_3\text{N}$) 和副产物丙烯醛 ($\text{C}_3\text{H}_4\text{O}$) 的热化学方程式如下:



两个反应在热力学上趋势均很大, 其原因是_____; 有利于提高丙烯腈平衡产率的反应条件是_____; 提高丙烯腈反应选择性的关键因素是_____.

(2) 图 (a) 为丙烯腈产率与反应温度的关系曲线, 最高产率对应的温度为 460°C . 低于 460°C 时, 丙烯腈的产率_____ (填“是”或“不是”) 对应温度下的平衡转化率, 判断理由是_____; 高于 460°C 时, 丙烯腈产率降低的可能原因是_____ (双选, 填标号)。

- A. 催化剂活性降低
- B. 平衡常数变大
- C. 副反应增多
- D. 反应活化能增大

(3) 丙烯腈和丙烯醛的产率与 n (氨) / n (丙烯) 的关系如图 (b) 所示. 由图可知, 最佳 n (氨) / n (丙烯) 约为_____, 理由是_____. 进料气氨、空气、丙烯的理论体积比约为_____.

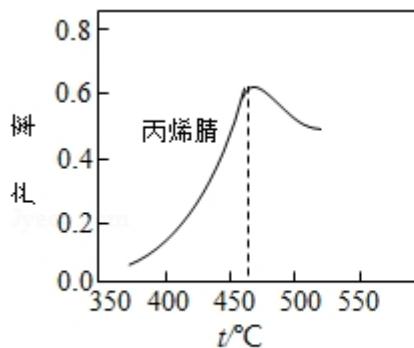


图 (a)

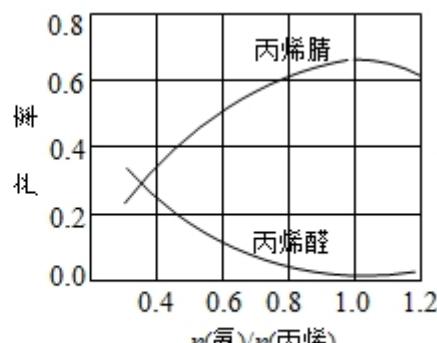


图 (b)

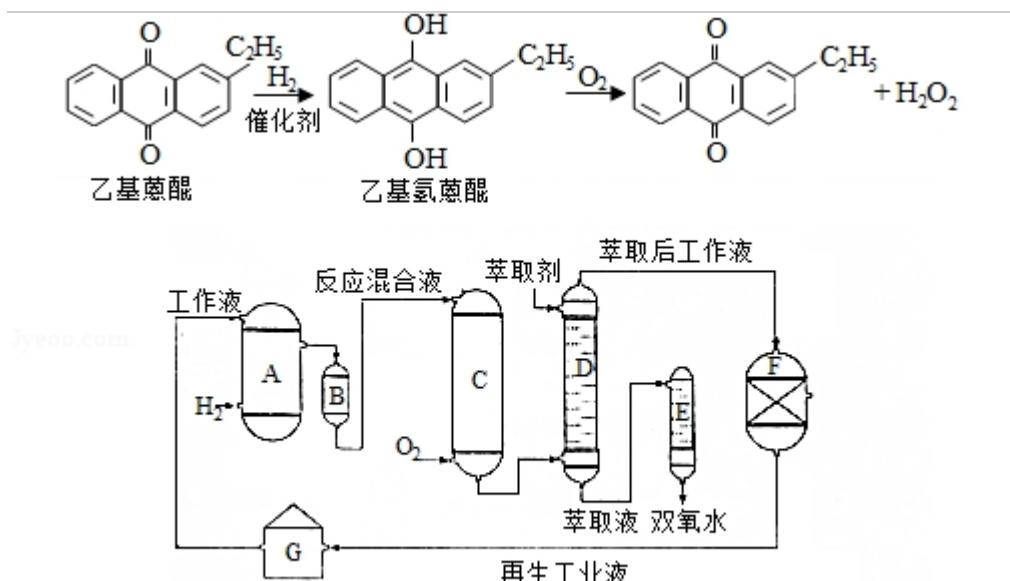
10. (15 分) 某班同学用如下实验探究 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 的性质. 回答下列问题:

- (1) 分别取一定量氯化铁、氯化亚铁固体, 均配制成 0.1mol/L 的溶液. 在 FeCl_2 溶液中需加入少量铁屑, 其目的是_____.
- (2) 甲组同学取 2mL FeCl_2 溶液. 加入几滴氯水, 再加入 1 滴 KSCN 溶液, 溶液变红, 说明 Cl_2 可将 Fe^{2+} 氧化. FeCl_2 溶液与氯水反应的离子方程式为_____.
- (3) 乙组同学认为甲组的实验不够严谨, 该组同学在 2mL FeCl_2 溶液中先加入 0.5mL 煤油, 再于液面下依次加入几滴氯水和 1 滴 KSCN 溶液, 溶液变红, 煤油的作用是_____.
- (4) 丙组同学取 10mL0.1mol/L KI 溶液, 加入 6mL0.1mol/L FeCl_3 溶液混合. 分别取 2mL 此溶液于 3 支试管中进行如下实验:
 - ①第一支试管中加入 1mL CCl_4 充分振荡、静置, CCl_4 层呈紫色;
 - ②第二只试管中加入 1 滴 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液, 生成蓝色沉淀;
 - ③第三支试管中加入 1 滴 KSCN 溶液, 溶液变红.
 实验②检验的离子是_____ (填离子符号); 实验①和③说明: 在 I^- 过量的情况下, 溶液中仍含有_____ (填离子符号), 由此可以证明该氧化还原反应为_____.
- (5) 丁组同学向盛有 H_2O_2 溶液的试管中加入几滴酸化的 FeCl_2 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) .

四、选考题: 共 45 分. 请考生从给出的 3 道物理题、3 道化学题、2 道生物题

中每科任选一题作答，并用 2B 铅笔在答题卡上把所选题目题号后的方框涂黑。
注意所选题目的题号必须与所涂题目的题号一致，在答题卡选答区域指定位置答题。如果多做，则每学科按所做的第一题计分。化学--选修 2：化学与技术

11. (15 分) 双氧水是一种重要的氧化剂、漂白剂和消毒剂。生产双氧水常采用蒽醌法，其反应原理和生产流程如图所示：



A. 氢化釜 B. 过滤器 C. 氧化塔 D. 萃取塔 E. 净化塔 F. 工作液再生装置 G. 工作液配制装置

生产过程中，把乙基蒽醌溶于有机溶剂配制成工作液，在一定温度、压力和催化剂作用下进行氢化，再经氧化、萃取、净化等工艺得到双氧水。回答下列问题：

- (1) 蒽醌法制备 H_2O_2 理论上消耗的原料是_____，循环使用的原料是_____，配制工作液时采用有机溶剂而不采用水的原因是_____。
- (2) 氢化釜 A 中反应的化学方程式为_____。进入氧化塔 C 的反应混合液中的主要溶质为_____。
- (3) 萃取塔 D 中的萃取剂是_____，选择其作萃取剂的原因是_____。
- (4) 工作液再生装置 F 中要除净残留的 H_2O_2 ，原因是_____。
- (5) 双氧水浓度可在酸性条件下用 KMnO_4 溶液测定，该反应的离子方程式为_____，一种双氧水的质量分数为 27.5%（密度为 $1.10\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ），其浓度为_____ $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

[化学--选修3: 物质结构与性质]

12. (15分) 东晋《华阳国志•南中志》卷四中已有关于白铜的记载, 云南镍白铜(铜镍合金)闻名中外, 曾主要用于造币, 亦可用于制作仿银饰品. 回答下列问题:

(1) 镍元素基态原子的电子排布式为_____, $3d$ 能级上的未成对电子数为_____.

(2) 硫酸镍溶于氨水形成 $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{SO}_4$ 蓝色溶液.

① $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{SO}_4$ 中阴离子的立体构型是_____.

②在 $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{SO}_4$ 中 Ni^{2+} 与 NH_3 之间形成的化学键称为_____, 提供孤电子对的成键原子是_____.

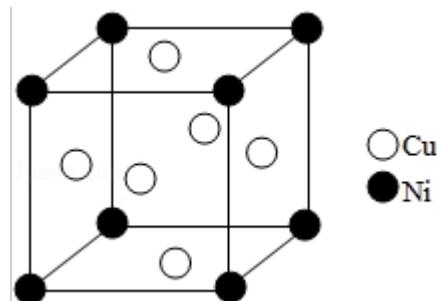
③氨的沸点_____ (填“高于”或“低于”) 氰 (PH₃), 原因是_____; 氨是分子 (填“极性”或“非极性”), 中心原子的轨道杂化类型为_____.

(3) 单质铜及镍都是由____键形成的晶体; 元素铜与镍的第二电离能分别为: $I_{\text{Cu}}=1958\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 、 $I_{\text{Ni}}=1753\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, $I_{\text{Cu}}>I_{\text{Ni}}$ 的原因是_____.

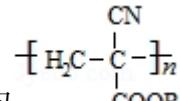
(4) 某镍白铜合金的立方晶胞结构如图所示.

①晶胞中铜原子与镍原子的数量比为_____.

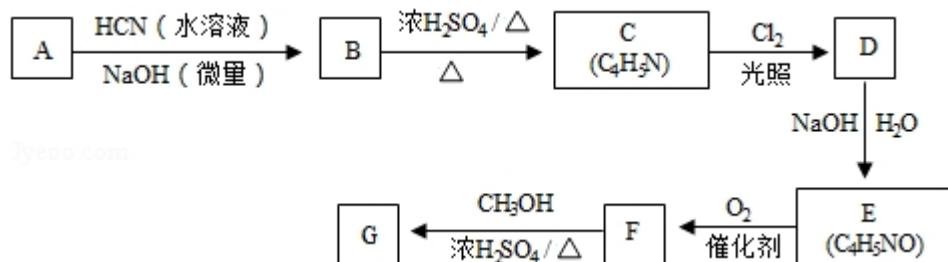
②若合金的密度为 $d\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, 晶胞参数 $a=$ _____nm.



[化学--选修5: 有机化学基础]



13. (15分) 氰基丙烯酸酯在碱性条件下能快速聚合为_____从而具有胶黏性. 某种氰基丙烯酸酯 (G) 的合成路线如下:



已知：

① A 的相对分子质量为 58，氧元素质量分数为 0.276，核磁共振氢谱显示为单峰



回答下列问题：

- (1) A 的化学名称为_____。
- (2) B 的结构简式为_____。其核磁共振氢谱显示为_____组峰，峰面积比为_____。
- (3) 由 C 生成 D 的反应类型为_____。
- (4) 由 D 生成 E 的化学方程式为_____。
- (5) G 中的官能团有_____、_____、_____。 (填官能团名称)
- (6) G 的同分异构体中，与 G 具有相同官能团且能发生银镜反应的共有_____种。 (不含立体结构)

2016 年全国统一高考化学试卷（新课标Ⅱ）

参考答案与试题解析

一、选择题：本大题共 7 小题，每小题 6 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

1. (6 分) 下列关于燃料的说法错误的是 ()

- A. 燃料燃烧产物 CO_2 是温室气体之一
- B. 化石燃料完全燃烧不会造成大气污染
- C. 以液化石油气代替燃油可减少大气污染
- D. 燃料不完全燃烧排放的 CO 是大气污染物之一

【考点】B9：燃料的充分燃烧。

【专题】517：化学反应中的能量变化；56：化学应用。

【分析】A. 二氧化碳是形成温室效应的气体；
B. 化石燃料完全燃烧生成气体、灰尘等会造成大气污染；
C. 液化石油气含有杂质少，燃烧更充分，产物为水和二氧化碳，对空气污染小；
D. 一氧化碳是有毒气体不能排放到空气中。

【解答】解：A. 形成温室效应的气体主要是二氧化碳的大量排放，故 A 正确；
B. 化石燃料含有硫等因素，完全燃烧会生成二氧化硫会形成酸雨，会造成大气污染，故 B 错误；
C. 液化石油气含有杂质少，燃烧更充分，燃烧时产生的一氧化碳少，对空气污染小，减少大气污染，故 C 正确；
D. 燃料不完全燃烧排放的 CO 有毒，是大气污染物之一，故 D 正确；

故选：B。

【点评】本题考查了燃料燃烧产物的分析、物质性质的判断应用，注意知识的积累，题目较简单。

2. (6 分) 下列各组中的物质均能发生加成反应的是 ()

A. 乙烯和乙醇 B. 苯和氯乙烯 C. 乙酸和溴乙烷 D. 丙烯和丙烷

【考点】I6: 取代反应与加成反应.

【专题】533: 有机反应.

【分析】根据有机物分子中含碳碳双键、C=O 键、- CHO 及苯环的物质可发生加成反应，如 烯烃、炔烃、醛类、苯及其同系物等，注意- COOH 不能发生加成反应，以此来解答。

【解答】解：A. 乙烯可以发生加成反应，乙醇无不饱和键不能发生加成反应，故 A 错误；
B. 苯一定条件下和氢气发生加成反应，氯乙烯分子中含碳碳双键，可以发生加成反应，故 B 正确；
C. 乙酸分子中羧基不能发生加成反应，溴乙烷无不饱和键不能发生加成反应，故 C 错误；
D. 丙烯分子中含碳碳双键，能发生加成反应，丙烷为饱和烷烃不能发生加成反应，故 D 错误；

故选：B。

【点评】本题考查有机物的性质、反应类型，题目难度不大，主要是加成反应的实质理解应用，题目较简单。

3. (6 分) a、b、c、d 为短周期元素，a 的原子中只有 1 个电子， b^{2-} 和 c^+ 的电子层结构相同，d 与 b 同族。下列叙述错误的是 ()

A. a 与其他三种元素形成的二元化合物中其化合价均为+1
B. b 与其他三种元素均可形成至少两种二元化合物
C. c 的原子半径是这些元素中最大的
D. d 与 a 形成的化合物的溶液呈弱酸性

【考点】8F: 原子结构与元素周期律的关系.

【专题】51C: 元素周期律与元素周期表专题.

【分析】a、b、c、d 为短周期元素，a 的原子中只有 1 个电子，则 a 为 H 元素；
b²⁻ 和 c⁺ 的电子层结构相同，结合离子所得电荷可知 b 为 O 元素，c 为 Na；d 与 b 同族，则 d 为 S 元素，结合元素化合物性质与元素周期律解答。

【解答】解：a、b、c、d 为短周期元素，a 的原子中只有 1 个电子，则 a 为 H 元素；b²⁻ 和 c⁺ 的电子层结构相同，结合离子所得电荷可知 b 为 O 元素，c 为 Na；d 与 b 同族，则 d 为 S 元素。

- A. H 元素与 Na 形成化合物 NaH，H 元素为-1 价，故 A 错误；
- B. O 元素与 H 元素形成 H₂O、H₂O₂，与 Na 元素形成 Na₂O、Na₂O₂，与 S 元素形成 SO₂、SO₃，故 B 正确；
- C. 同周期自左而右原子半径减小，同主族自上而下原子半径增大，所有元素中 H 原子半径最小，Na 的原子半径最大，故 C 正确；
- D. d 与 a 形成的化合物为 H₂S，H₂S 的溶液呈弱酸性，故 D 正确。

故选：A。

【点评】本题考查结构性质位置关系应用，注意抓住短周期推断元素，熟练掌握元素化合物知识，注意对元素周期律的理解掌握，有利于基础知识的巩固。

4. (6 分) 分子式为 C₄H₈Cl₂ 的有机物共有 (不含立体异构) ()

- A. 7 种
- B. 8 种
- C. 9 种
- D. 10 种

【考点】H6：有机化合物的异构现象。

【专题】532：同分异构体的类型及其判定。

【分析】C₄H₈Cl₂ 可以看作为 C₄H₁₀ 中 2 个 H 原子被 2 个 Cl 原子取代，C₄H₁₀ 有 CH₃CH₂CH₂CH₃、CH₃CH(CH₃)₂ 两种，再结合定一移一法判断。

【解答】解：C₄H₈Cl₂ 可以看作为 C₄H₁₀ 中 2 个 H 原子被 2 个 Cl 原子取代，C₄H₁₀ 有 CH₃CH₂CH₂CH₃、CH₃C(CH₃)₂ 两种，
CH₃CH₂CH₂CH₃ 中，当两个 Cl 原子取代同一个 C 原子上的 H 时，有 2 种，当两个 Cl 原子取代不同 C 原子上的 H 时，有 1、2、1、3、1、4、2、3 四种情况，有故该情况有 6 种，

$\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ 中, 当两个 Cl 原子取代同一个 C 原子上的 H 时, 有 1 种, 当两个 Cl 原子取代不同 C 原子上的 H 时, 有 2 种, 故该情况有 3 种, 故共有 9 种, 故选: C。

【点评】本题考查有机物的同分异构体的书写, 题目难度不大, 二氯代物的同分异构体常采用“定一移一”法解答, 注意重复情况.

5. (6 分) $\text{Mg}-\text{AgCl}$ 电池是一种以海水为电解质溶液的水激活电池。下列叙述错误的是 ()

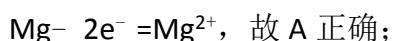
- A. 负极反应式为 $\text{Mg}-2\text{e}^- = \text{Mg}^{2+}$
- B. 正极反应式为 $\text{Ag}^++\text{e}^- = \text{Ag}$
- C. 电池放电时 Cl^- 由正极向负极迁移
- D. 负极会发生副反应 $\text{Mg}+2\text{H}_2\text{O}=\text{Mg}(\text{OH})_2+\text{H}_2\uparrow$

【考点】 BL: 化学电源新型电池.

【专题】 51I: 电化学专题.

【分析】 $\text{Mg}-\text{AgCl}$ 电池中, 活泼金属 Mg 是还原剂、 AgCl 是氧化剂, 金属 Mg 作负极, 正极反应为: $2\text{AgCl}+2\text{e}^- = 2\text{Cl}^- + 2\text{Ag}$, 负极反应式为: $\text{Mg}-2\text{e}^- = \text{Mg}^{2+}$, 据此分析。

【解答】 解: A. 活泼金属镁作负极, 失电子发生氧化反应, 反应式为:



B. AgCl 是难溶物, 其电极反应式为: $2\text{AgCl}+2\text{e}^- = 2\text{Cl}^- + 2\text{Ag}$, 故 B 错误;

C. 原电池放电时, 阴离子向负极移动, 则 Cl^- 在正极产生由正极向负极迁移, 故 C 正确;

D. 镁是活泼金属与水反应, 即 $\text{Mg}+2\text{H}_2\text{O}=\text{Mg}(\text{OH})_2+\text{H}_2\uparrow$, 故 D 正确;

故选: B。

【点评】本题考查原电池工作原理，注意常见物质的性质，如镁的还原性以及银离子的氧化性是解题的关键，题目难度中等。

6. (6分) 某白色粉末由两种物质组成，为鉴别其成分进行如下实验：

①取少量样品加入足量水仍有部分固体未溶解：再加入足量稀盐酸，有气泡产生，固体全部溶解；

②取少量样品加入足量稀硫酸有气泡产生，振荡后仍有固体存在。

该白色粉末可能为 ()

- A. NaHCO_3 、 Al(OH)_3
- B. AgCl 、 NaHCO_3
- C. Na_2SO_3 、 BaCO_3
- D. Na_2CO_3 、 CuSO_4

【考点】PS：物质的检验和鉴别的基本方法选择及应用。

【专题】545：物质的分离提纯和鉴别。

【分析】①取少量样品加入足量水仍有部分固体未溶解，说明有一种物质不溶于水，再加入足量稀盐酸，有气泡产生，固体全部溶解，则至少有一种物质可与盐酸反应生成气体，可能为二氧化碳或二氧化硫；

②取少量样品加入足量稀硫酸有气泡产生，振荡后仍有固体存在，说明在振荡过程中生成不溶于酸的固体，以此解答该题。

【解答】解：A. NaHCO_3 、 Al(OH)_3 都与盐酸反应，硫酸足量时没有固体剩余，故 A 错误；

B. 碳酸氢钠与盐酸反应生成气体， AgCl 不溶于盐酸，故 B 错误；

C. BaCO_3 不溶于水，二者都与盐酸反应，且生成气体，若加入足量稀硫酸，有气泡产生，且 BaCO_3 ，能和 H_2SO_4 反应生成 BaSO_4 沉淀，故 C 正确；

D. 加入过量硫酸，生成二氧化碳气体，但没有固体剩余，故 D 错误。

故选：C。

【点评】本题考查物质的检验和鉴别，侧重于元素化合物知识的综合理解和运用的考查，注意把握物质的性质，为解答该题的关键，难度中等。

7. (6分) 下列实验操作能达到实验目的是 ()

	实验目的	实验操作
A.	制备 Fe(OH)_3 胶体	将 NaOH 浓溶液滴加到饱和 FeCl_3 溶液中
B.	由 MgCl_2 溶液制备无水 MgCl_2	将 MgCl_2 溶液加热蒸干
C.	除去 Cu 粉中混有的 CuO	加入稀硝酸溶液，过滤、洗涤、干燥
D.	比较水与乙醇中氢的活泼性	分别将少量钠投入到盛有水和乙醇的烧杯中

A. A

B. B

C. C

D. D

【考点】 U5: 化学实验方案的评价.

【专题】 542: 化学实验基本操作.

【分析】 A. 制备氢氧化铁胶体，应在沸水中滴加饱和氯化铁溶液；
 B. 直接加热，易导致氯化镁水解；
 C. 二者都与稀硝酸反应；
 D. 分别将少量钠投入到盛有水和乙醇的烧杯中，可根据反应的剧烈程度比较氢的活泼性.

【解答】 解：A. 将 NaOH 浓溶液滴加到饱和 FeCl_3 溶液中，生成氢氧化铁沉淀，

制备氢氧化铁胶体，应在沸水中滴加饱和氯化铁溶液，故 A 错误；

B. 氯化镁易水解，加热溶液易得到氢氧化镁沉淀，为防止水解，应在氯化氢氛围中，故 B 错误；
 C. 二者都与稀硝酸反应，应加入非氧化性酸，如稀硫酸或盐酸，故 C 错误；
 D. 分别将少量钠投入到盛有水和乙醇的烧杯中，可根据反应的剧烈程度比较氢的活泼性，故 D 正确。

故选：D。

【点评】 本题考查较为综合，涉及胶体的制备、盐类的水解、除杂以及性质的比较等知识，为高考常见题型，侧重于学生的分析、实验能力的考查，注意把握实验的严密性和可行性的评价，难度不大.

三、非选择题：包括必考题和选考题两部分。第 22 题～第 32 题为必考题，每

个试题考生都必须作答. 第 33 题~第 40 题为选考题, 考生根据要求作答. (

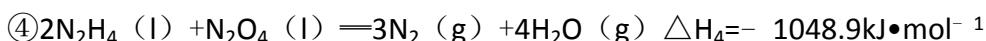
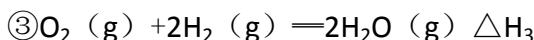
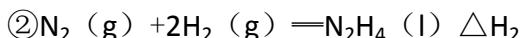
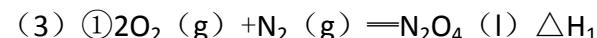
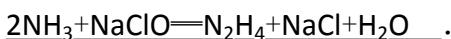
(一) 必考题 (共 129 分)

8. (14 分) 联氨 (又称肼, N_2H_4 , 无色液体) 是一种应用广泛的化工原料, 可用作火箭燃料. 回答下列问题:



(1) 联氨分子的电子式为 $\text{H}:\ddot{\text{N}}\cdot\ddot{\text{N}}:\text{H}$, 其中氮的化合价为 -2 .

(2) 实验室中可用次氯酸钠溶液与氨反应制备联氨, 反应的化学方程式为



上述反应热效应之间的关系式为 $\Delta H_4 = 2\Delta H_3 - 2\Delta H_2 - \Delta H_1$, 联氨和 N_2O_4 可

作为火箭推进剂的主要原因为 反应放热量大, 产生大量气体.

(4) 联氨为二元弱碱, 在水中的电离方式与氨相似. 联氨第一步电离反应的平衡常数值为 8.7×10^{-7} (已知: $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{N}_2\text{H}_5^+$ 的 $K = 8.7 \times 10^7$; $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$). 联氨与硫酸形成的酸式盐的化学式为 $\text{N}_2\text{H}_6(\text{HSO}_4)_2$.

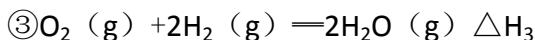
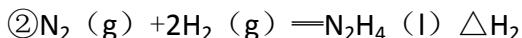
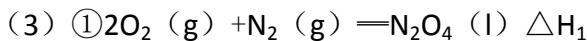
(5) 联氨是一种常用的还原剂. 向装有少量 AgBr 的试管中加入联氨溶液, 观察到的现象是 固体逐渐变黑, 并有气泡产生. 联氨可用于处理高压锅炉水中的氧, 防止锅炉被腐蚀. 理论上 1kg 的联氨可除去水中溶解的 O_2 1kg ; 与使用 Na_2SO_3 处理水中溶解的 O_2 相比, 联氨的优点是 N_2H_4 的用量少, 不产生其他杂质 (反应产物为 N_2 和 H_2O), 而 Na_2SO_3 产生 Na_2SO_4 .

【考点】 BF: 用盖斯定律进行有关反应热的计算; EL: 含氮物质的综合应用.

【专题】 524: 氮族元素.

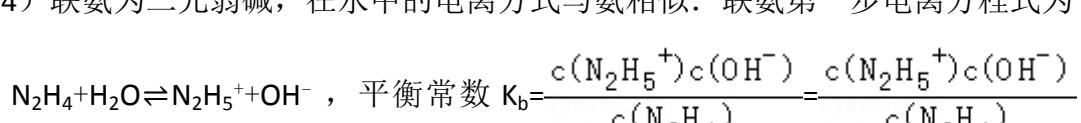
【分析】 (1) 肼的分子式为 N_2H_4 , 是氮原子和氢原子形成四个共价键, 氮原子和氮原子之间形成一个共价键形成的共价化合物, 元素化合价代数和为 0 计算化合价;

(2) 氨气被次氯酸钠溶液氧化生成肼，次氯酸钠被还原生成氯化钠；



依据热化学方程式和盖斯定律计算③×2- ②×2- ①得到④ $2N_2H_4(l) + N_2O_4(l) \rightleftharpoons 3N_2(g) + 4H_2O(g) \Delta H_4 = -1048.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(4) 联氨为二元弱碱，在水中的电离方式与氨相似。联氨第一步电离方程式为



$\times \frac{c(H^+)}{c(H^+)} = K \times K_w$ ，由于是二元碱，因此联氨与硫酸形成的酸式盐为 $N_2H_6(HSO_4)_2$ ；

(5) 联胺被银离子氧化，银离子被还原生成单质银，联胺被氧化失电子 $N_2H_4 \sim N_2 - 4e^-$ ， $O_2 \sim 4e^-$ ，依据守恒计算判断，依据锅炉的质地以及反应产物性质解答。

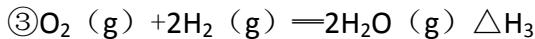
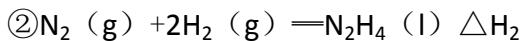
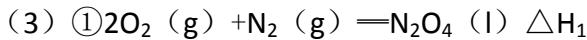
【解答】解：(1) 肼的分子式为 N_2H_4 ，是氮原子和氢原子形成四个共价键，氮原子和氮原子之间形成一个共价键形成的共价化合物，电子式为：



故答案为： $\begin{array}{c} H \quad H \\ \cdot \quad \cdot \\ H : N \cdot \cdot N : H \end{array} ; -2$ ；

(2) 氨气被次氯酸钠溶液氧化生成肼，次氯酸钠被还原生成氯化钠，结合原子守恒配平书写反应的化学方程式为： $2NH_3 + NaClO \rightleftharpoons N_2H_4 + NaCl + H_2O$ ，

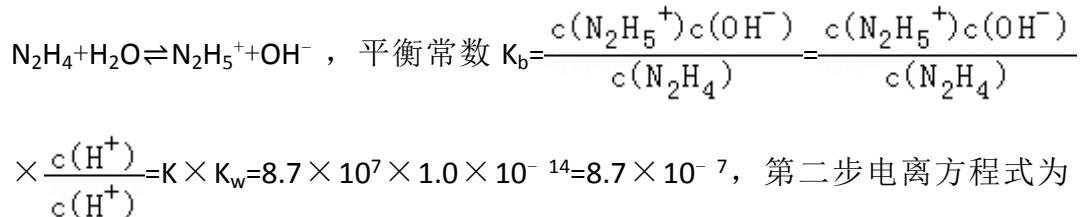
故答案为： $2NH_3 + NaClO \rightleftharpoons N_2H_4 + NaCl + H_2O$ ；



依据热化学方程式和盖斯定律计算③×2- ②×2- ①得到④ $2N_2H_4(l) + N_2O_4(l) \rightleftharpoons 3N_2(g) + 4H_2O(g) \Delta H_4 = -1048.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

$\Delta H_4 = 2\Delta H_3 - 2\Delta H_2 - \Delta H_1$, 根据反应④可知, 联氨和 N_2O_4 反应放出大量热且产生大量气体, 因此可作为火箭推进剂, 故答案为: $2\Delta H_3 - 2\Delta H_2 - \Delta H_1$; 反应放热量大, 产生大量气体;

(4) 联氨为二元弱碱, 在水中的电离方式与氨相似. 联氨第一步电离方程式为



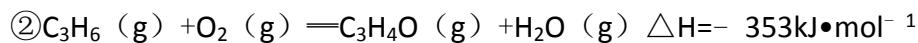
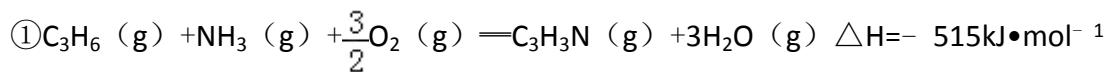
故答案为: 8.7×10^{-7} , $N_2H_6(HSO_4)_2$;

(5) 联胺被银离子氧化, 银离子被还原生成单质银, -2 价的 N 元素被氧化为 N_2 , 反应方程式为: $N_2H_4 + 4AgBr = 4Ag \downarrow + N_2 \uparrow + 4HBr$, 因此反应出现现象为: 固体逐渐变黑, 并有气泡产生, 由于肼的氧化产物是氮气, 不会对锅炉造成腐蚀, 而亚硫酸钠被氧化产物为硫酸钠, 易生成硫酸盐沉淀影响锅炉的安全使用, 联胺被氧化失电子 $N_2H_4 \rightarrow N_2$ 失去 $4e^-$, $O_2 \rightarrow O^{2-}$ 得到 $4e^-$, 联胺和氧气摩尔质量都是 $32g/mol$, 则等质量联胺和氧气物质的量相同, 理论上 $1kg$ 的联氨可除去水中溶解的 $O_2 1kg$, 与使用 Na_2SO_3 处理水中溶解的 O_2 相比, 联氨的优点是用量少, 不产生其他杂质 (反应产物为 N_2 和 H_2O), 而 Na_2SO_3 产生 Na_2SO_4 , 故答案为: 固体逐渐变黑, 并有气泡产生; 1; N_2H_4 的用量少, 不产生其他杂质 (反应产物为 N_2 和 H_2O), 而 Na_2SO_3 产生 Na_2SO_4 .

【点评】本题考查了氮及其化合物性质、物质结构、热化学方程式和盖斯定律计算应用、平衡常数的计算方法, 主要是氧化还原反应的计算及其产物的判断, 题目难度中等.

9. (14 分) 丙烯腈 ($CH_2=CHCN$) 是一种重要的化工原料, 工业上可用“丙烯氨氧化法”生产。主要副产物有丙烯醛 ($CH_2=CHCHO$) 和乙腈 (CH_3CN) 等。回答下列问题:

(1) 以丙烯、氨、氧气为原料, 在催化剂存在下生成丙烯腈 (C_3H_3N) 和副产物丙烯醛 (C_3H_4O) 的热化学方程式如下:



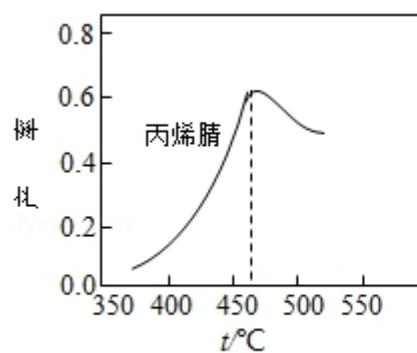
两个反应在热力学上趋势均很大, 其原因是 两个反应均为放热量大的反应;

有利于提高丙烯腈平衡产率的反应条件是 低温、低压; 提高丙烯腈反应选择性的关键因素是 催化剂。

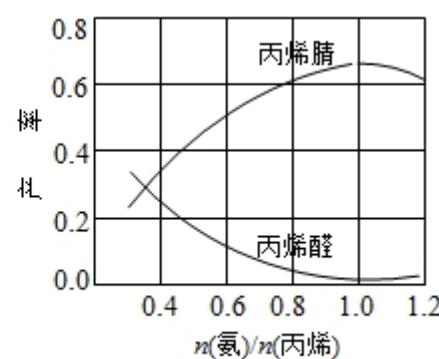
(2) 图 (a) 为丙烯腈产率与反应温度的关系曲线, 最高产率对应的温度为 460°C . 低于 460°C 时, 丙烯腈的产率 不是 (填“是”或“不是”) 对应温度下的平衡转化率, 判断理由是 该反应为放热反应, 平衡产率应随温度升高而降低; 高于 460°C 时, 丙烯腈产率降低的可能原因是 AC (双选, 填标号)。

A. 催化剂活性降低 B. 平衡常数变大
C. 副反应增多 D. 反应活化能增大

(3) 丙烯腈和丙烯醛的产率与 $n(\text{氨})/n(\text{丙烯})$ 的关系如图 (b) 所示。由图可知, 最佳 $n(\text{氨})/n(\text{丙烯})$ 约为 1, 理由是 该比例下丙烯腈产率最高, 而副产物丙烯醛产率最低。进料气氨、空气、丙烯的理论体积比约为 1: 7.5: 1。



图(a)



图(b)

【考点】 BE: 热化学方程式; CB: 化学平衡的影响因素; CP: 化学平衡的计算.

【专题】 517: 化学反应中的能量变化; 51E: 化学平衡专题.

【分析】 (1) 依据热化学方程式方向可知, 两个反应均放热量大, 即反应物和生成物的能量差大, 因此热力学趋势大; 有利于提高丙烯腈平衡产率需要改变条件使平衡正向进行, 提高丙烯腈反应选择性的关键因素是催化剂;

(2) 因为该反应为放热反应, 平衡产率应随温度升高而降低, 即低于 460°C 时, 对应温度下的平衡转化率曲线应该是下降的, 但实际曲线是上升的, 因此判断低于 460°C 时, 丙烯腈的产率不是对应温度下的平衡转化率; 产率降低主要从产率的影响因素进行考虑;

(3) 根据图象可知, 当 $\frac{n(\text{氨})}{n(\text{丙烯})}$ 约为 1 时, 该比例下丙烯腈产率最高, 而副产物丙烯醛产率最低, 根据化学反应 $\text{C}_3\text{H}_6 \text{ (g)} + \text{NH}_3 \text{ (g)} + \frac{3}{2}\text{O}_2 \text{ (g)} = \text{C}_3\text{H}_3\text{N} \text{ (g)} + 3\text{H}_2\text{O} \text{ (g)}$, 氨气、氧气、丙烯按 1: 1.5: 1 的体积比加入反应达到最佳状态, 依据氧气在空气中约占 20% 计算条件比。

【解答】 解: (1) 两个反应在热力学上趋势均很大, 两个反应均放热量大, 即反应物和生成物的能量差大, 因此热力学趋势大; 该反应为气体体积增大的放热反应, 所以降低温度、降低压强有利于提高丙烯腈的平衡产率, 提高丙烯腈反应选择性的关键因素是催化剂;

故答案为: 两个反应均为放热量大的反应; 低温、低压; 催化剂;

(2) 因为该反应为放热反应, 平衡产率应随温度升高而降低, 即低于 460°C 时, 对应温度下的平衡转化率曲线应该是下降的, 但实际曲线是上升的, 因此判断低于 460°C 时, 丙烯腈的产率不是对应温度下的平衡转化率。高于 460°C 时, 丙烯腈产率降低,

- A. 催化剂在一定温度范围内活性较高, 若温度过高, 活性降低, 故 A 正确;
- B. 由图象可知, 升高温度平衡常数变小, 故 B 错误;
- C. 根据题意, 副产物有丙烯醛, 催化剂活性降低, 副反应增多, 导致产率下降, 故 C 正确;
- D. 反应活化能的大小不影响平衡, 故 D 错误;

故答案为: 不是, 该反应为放热反应, 平衡产率应随温度升高而降低; AC;

(3) 根据图象可知, 当 $\frac{n(\text{氨})}{n(\text{丙烯})}$ 约为 1 时, 该比例下丙烯腈产率最高, 而副产物丙烯醛产率最低; 根据化学反应 $\text{C}_3\text{H}_6 \text{ (g)} + \text{NH}_3 \text{ (g)} + \frac{3}{2}\text{O}_2 \text{ (g)} = \text{C}_3\text{H}_3\text{N} \text{ (g)} + 3\text{H}_2\text{O} \text{ (g)}$

) +3H₂O (g) , 氨气、氧气、丙烯按 1: 1.5: 1 的体积比加入反应达到最佳状态, 而空气中氧气约占 20%, 所以进料氨、空气、丙烯的理论体积约为 1: 7.5: 1,

故答案为: 1: 1; 该比例下丙烯腈产率最高, 而副产物丙烯醛产率最低; 1: 7.5 : 1。

【点评】本题考查热化学方程式, 影响化学平衡的因素等知识。注意图象分析判断, 定量关系的理解应用是解题关键, 题目难度中等。

10. (15 分) 某班同学用如下实验探究 Fe²⁺、Fe³⁺的性质. 回答下列问题:

(1) 分别取一定量氯化铁、氯化亚铁固体, 均配制成 0.1mol/L 的溶液. 在 FeCl₂ 溶液中需加入少量铁屑, 其目的是 防止氯化亚铁被氧化.

(2) 甲组同学取 2mLFeCl₂ 溶液. 加入几滴氯水, 再加入 1 滴 KSCN 溶液, 溶液变红, 说明 Cl₂ 可将 Fe²⁺ 氧化. FeCl₂ 溶液与氯水反应的离子方程式为 Cl₂+2Fe²⁺=2Fe³⁺+2Cl⁻.

(3) 乙组同学认为甲组的实验不够严谨, 该组同学在 2mLFeCl₂ 溶液中先加入 0.5mL 煤油, 再于液面下依次加入几滴氯水和 1 滴 KSCN 溶液, 溶液变红, 煤油的作用是 隔离空气 (排除氧气对实验的影响).

(4) 丙组同学取 10mL0.1mol/LKI 溶液, 加入 6mL0.1mol/LFeCl₃ 溶液混合. 分别取 2mL 此溶液于 3 支试管中进行如下实验:

①第一支试管中加入 1mLCCl₄ 充分振荡、静置, CCl₄ 层呈紫色;

②第二只试管中加入 1 滴 K₃[Fe(CN)₆] 溶液, 生成蓝色沉淀;

③第三支试管中加入 1 滴 KSCN 溶液, 溶液变红.

实验②检验的离子是 Fe²⁺ (填离子符号); 实验①和③说明: 在 I⁻ 过量的情况下, 溶液中仍含有 Fe³⁺ (填离子符号), 由此可以证明该氧化还原反应为 可逆反应.

(5) 丁组同学向盛有 H₂O₂ 溶液的试管中加入几滴酸化的 FeCl₂ 溶液, 溶液变成棕黄色, 发生反应的离子方程式为 2Fe²⁺+H₂O₂+2H⁺=2Fe³⁺+2H₂O; 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 铁离子做过氧化氢分解催化剂分解生成氧气; 生成沉淀的原因是

过氧化氢分解反应放热，促进 Fe^{3+} 的水解平衡正向移动（用平衡移动原理解释）.

【考点】 U2: 性质实验方案的设计.

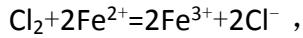
【专题】 24: 实验设计题.

【分析】 (1) 铁和氯化铁反应生成氯化亚铁，氯化亚铁溶液中加入铁粉防止氯化亚铁被氧化；
(2) 氯气具有氧化性能氧化氯化亚铁为氯化铁；
(3) 煤油不溶于水，密度比水小，分层后可以隔离溶液与空气接触，排除氧气对实验的影响；
(4) 加入 1 滴 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液，生成蓝色沉淀是亚铁离子的检验特征反应现象，第一支试管中加入 1mL CCl_4 充分振荡、静置， CCl_4 层显紫色说明生成 I_2 ，碘离子被铁离子氧化为碘单质，随浓度变小，碘离子在稀的氯化铁溶液中不发生氧化还原反应；
(5) 向盛有 H_2O_2 溶液的试管中加入几滴酸化的 FeCl_2 溶液，溶液变成棕黄色，说明过氧化氢氧化亚铁离子为铁离子，铁离子对过氧化氢分解起到催化剂作用，过氧化氢分解反应放热，促进 Fe^{3+} 的水解平衡正向移动.

【解答】 解：(1) 铁和氯化铁反应生成氯化亚铁，在 FeCl_2 溶液中需加入少量铁屑，其目的是防止氯化亚铁被氧化，

故答案为：防止氯化亚铁被氧化；

(2) 氯气具有氧化性能氧化氯化亚铁为氯化铁，反应的离子方程式为：



故答案为： $\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^- ;$

(3) 煤油不溶于水，密度比水小，分层后可以隔离溶液与空气接触，排除氧气对实验的影响，

故答案为：隔离空气（排除氧气对实验的影响）；

(4) 加入 1 滴 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液，生成蓝色沉淀是亚铁离子的检验特征反应现象，实验②检验的离子是 Fe^{2+} ，①第一支试管中加入 1mL CCl_4 充分振荡、静置， CCl_4 层显紫色说明生成 I_2 ，碘离子被铁离子氧化为碘单质，反应的离子方

程式为: $2I^- + 2Fe^{3+} = 2Fe^{2+} + I_2$, ③第三支试管中加入 1 滴 KSCN 溶液, 溶液变红, 说明随浓度变小, 碘离子在稀的氯化铁溶液中不发生氧化还原反应, 仍含有铁离子, 在 I^- 过量的情况下, 溶液中仍含有 Fe^{3+} , 说明该反应为可逆反应.

故答案为: Fe^{2+} ; Fe^{3+} ; 可逆反应.

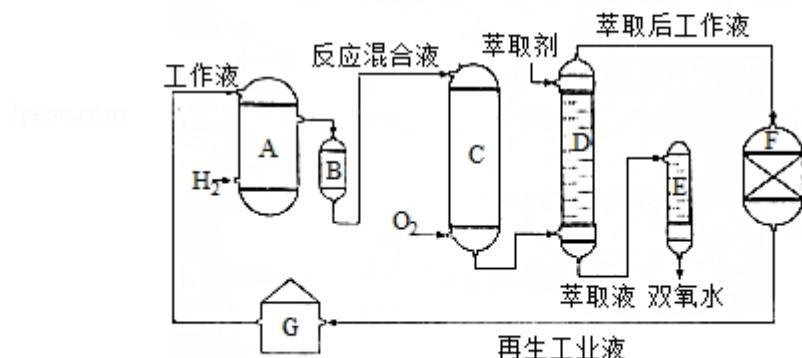
(5) 向盛有 H_2O_2 溶液的试管中加入几滴酸化的 $FeCl_2$ 溶液, 溶液变成棕黄色, 说明过氧化氢氧化亚铁离子为铁离子, 反应的离子方程式为: $2Fe^{2+} + H_2O_2 + 2H^+ = 2Fe^{3+} + 2H_2O$, 铁离子对过氧化氢分解起到催化剂作用, 产生气泡的原因是铁离子做过氧化氢分解催化剂分解生成氧气, 氯化铁溶液中存在水解平衡, $Fe^{3+} + 3H_2O \rightleftharpoons Fe(OH)_3 + 3H^+$, 水解反应为吸热反应, 过氧化氢分解放出热量, 促进 Fe^{3+} 的水解平衡正向移动.

故答案为: $2Fe^{2+} + H_2O_2 + 2H^+ = 2Fe^{3+} + 2H_2O$; 铁离子做过氧化氢分解催化剂分解生成氧气; 过氧化氢分解反应放热, 促进 Fe^{3+} 的水解平衡正向移动.

【点评】本题考查了铁架化合物性质、主要是溶液配制、离子方程式书写、离子检验、盐类水解等知识点, 注意题干信息的分析判断, 题目难度中等.

四、选考题: 共 45 分. 请考生从给出的 3 道物理题、3 道化学题、2 道生物题中每科任选一题作答, 并用 2B 铅笔在答题卡上把所选题目题号后的方框涂黑. 注意所选题目的题号必须与所涂题目的题号一致, 在答题卡选答区域指定位置答题. 如果多做, 则每学科按所做的第一题计分. 化学--选修 2: 化学与技术

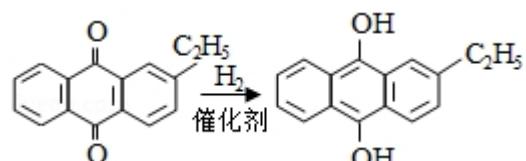
11. (15 分) 双氧水是一种重要的氧化剂、漂白剂和消毒剂. 生产双氧水常采用蒽醌法, 其反应原理和生产流程如图所示:



A.氯化釜 B.过滤器 C.氧化塔 D.萃取塔 E.净化塔 F.工作液再生装置 G.工作液配制装置

生产过程中，把乙基蒽醌溶于有机溶剂配制成工作液，在一定温度、压力和催化剂作用下进行氢化，再经氧化、萃取、净化等工艺得到双氧水。回答下列问题：

(1) 葸醌法制备 H_2O_2 理论上消耗的原料是 氢气和氧气，循环使用的原料是 乙基葸醌，配制工作液时采用有机溶剂而不采用水的原因是 乙基葸醌不溶于水，易溶于有机溶剂。



(2) 氯化釜 A 中反应的化学方程式为

进入氧化塔 C 的反应混合液中的主要溶质为 乙基氯蒽醌。

(3) 萃取塔 D 中的萃取剂是 水，选择其作萃取剂的原因是 过氧化氢易溶于水被水萃取，乙基蒽醌不溶于水。

(4) 工作液再生装置 F 中要除净残留的 H_2O_2 ，原因是 过氧化氢分解放出氧气，与氢气混合，易发生爆炸。

(5) 双氧水浓度可在酸性条件下用 KMnO_4 溶液测定, 该反应的离子方程式为

$$5\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{MnO}_4^- + 6\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$$
, 一种双氧水的质量分数为 27.5%
(密度为 $1.10\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$), 其浓度为 $8.90\text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$.

【考点】U3：制备实验方案的设计.

【专题】546：无机实验综合.

【分析】（1）由转化反应可知，先与氢气发生加成反应，再与氧气发生氧化反应；乙基蒽醌开始被消耗，后来又生成；乙基蒽醌不易溶于水，易溶于有机溶剂；

（2）由原理和流程可知，A中乙基蒽醌与氢气反应；进入氧化塔C的反应混合液中的主要溶质为乙基氢蒽醌；

（3）D中萃取分离出过氧化氢溶液，则选择萃取剂为水；

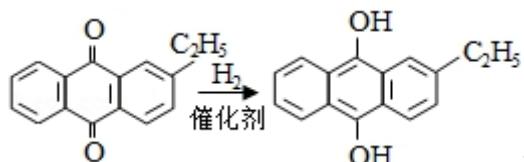
（4）除净残留的H₂O₂，因过氧化氢过氧化氢分解放出氧气，与氢气混合，易发生爆炸；

（5）双氧水在酸性条件下与KMnO₄溶液发生氧化还原反应生成氧气，结合c= $\frac{1000\rho w}{M}$ 计算浓度.

【解答】解：（1）由转化反应可知，乙基蒽醌先与氢气发生加成反应，再与氧气发生氧化反应，则蒽醌法制备H₂O₂理论上消耗的原料是氢气和氧气；乙基蒽醌开始被消耗，后来又生成，则循环使用的原料是乙基蒽醌，且结合流程图中再生工作液环节可知乙基蒽醌循环使用；配制工作液时采用有机溶剂而不采用水的原因是乙基蒽醌不溶于水，易溶于有机溶剂，

故答案为：氢气和氧气；乙基蒽醌；乙基蒽醌不溶于水，易溶于有机溶剂；

（2）由原理和流程可知，A中乙基蒽醌与氢气反应，反应为



；进入氧化塔C的反应混合液中的主要

溶质为乙基氢蒽醌，



故答案为：乙基氢蒽醌；

（3）D中萃取分离出过氧化氢溶液，则选择萃取剂为水，选择其作萃取剂的原因是过氧化氢易溶于水被水萃取，乙基蒽醌不溶于水，

故答案为：水；过氧化氢易溶于水被水萃取，乙基蒽醌不溶于水；

(4) 工作液再生装置 F 中要除净残留的 H_2O_2 ，原因是过氧化氢分解放出氧气，与氢气混合，易发生爆炸，

故答案为：过氧化氢分解放出氧气，与氢气混合，易发生爆炸；

(5) 双氧水在酸性条件下与 KMnO_4 溶液发生氧化还原反应生成氧气，离子反应为 $5\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ + 2\text{MnO}_4^- \rightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ ，由 $c = \frac{1000 \rho w}{M}$ 可知一种双氧水的

质量分数为 27.5% (密度为 $1.10 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$)，其浓度为 $\frac{1000 \times 1.10 \times 27.5\%}{34} = 8.90 \text{ mol/L}$ ，

故答案为： $5\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ + 2\text{MnO}_4^- \rightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ ；8.90.

【点评】本题考查物质的制备实验，为高频考点，把握制备实验原理、实验技能、物质的性质为解答的关键，侧重分析与实验能力的考查，注意有机物的性质及应用，题目难度中等。

[化学--选修 3：物质结构与性质]

12. (15 分) 东晋《华阳国志•南中志》卷四中已有关于白铜的记载，云南镍白铜（铜镍合金）闻名中外，曾主要用于造币，亦可用于制作仿银饰品。回答下列问题：

(1) 镍元素基态原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$ ，3d 能级上的未成对电子数为 2。

(2) 硫酸镍溶于氨水形成 $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{SO}_4$ 蓝色溶液。

① $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{SO}_4$ 中阴离子的立体构型是 正四面体。

② 在 $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{SO}_4$ 中 Ni^{2+} 与 NH_3 之间形成的化学键称为 配位键，提供孤电子对的成键原子是 N。

③ 氨的沸点 高于 (填“高于”或“低于”) 氢 (PH₃)，原因是 氨气分子之间形成氢键，分子间作用力更强；氨是 极性 分子 (填“极性”或“非极性”)，中心原子的轨道杂化类型为 sp³。

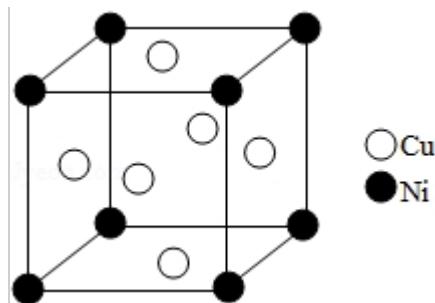
(3) 单质铜及镍都是由 金属 键形成的晶体；元素铜与镍的第二电离能分别为： $I_{\text{Cu}} = 1958 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $I_{\text{Ni}} = 1753 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ， $I_{\text{Cu}} > I_{\text{Ni}}$ 的原因是 Cu^+ 电子排布呈

全充满状态，比较稳定，失电子需要能量高，第二电离能数值大。

(4) 某镍白铜合金的立方晶胞结构如图所示。

①晶胞中铜原子与镍原子的数量比为 3:1。

②若合金的密度为 $d \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ，晶胞参数 $a = \sqrt[3]{\frac{251}{dN_A}} \times 10^7 \text{ nm}$ 。



【考点】98：判断简单分子或离子的构型；**9I：**晶胞的计算；**9S：**原子轨道杂化方式及杂化类型判断。

【专题】51D：化学键与晶体结构。

【分析】(1) Ni 元素原子核外电子数为 28，结合能量最低原理书写核外电子排布式；

(2) ① SO_4^{2-} 中 S 原子的孤电子对数 $= \frac{6+2-2 \times 4}{2} = 0$ ，价层电子对数 $= 4+0=4$ ；

② Ni^{2+} 提供空轨道， NH_3 中 N 原子含有孤电子对，二者之间形成配位键；

③ PH_3 分子之间为范德华力，氨气分子之间形成氢键，增大了物质的沸点； NH_3 分子为三角锥形结构，分子中正负电荷重心不重合，N 原子有 1 对孤对电子，形成 3 个 $\text{N}-\text{H}$ 键，杂化轨道数目为 4；

(3) 单质铜及镍都属于金属晶体； Cu^+ 的外围电子排布为 $3d^{10}$ ， Ni^+ 的外围电子排布为 $3d^84s^1$ ， Cu^+ 的核外电子排布更稳定；

(4) ① 根据均摊法计算晶胞中 Ni、Cu 原子数目；

② 属于面心立方密堆积，结合晶胞中原子数目表示出晶胞质量，再结合 $m=\rho V$ 可以计算晶胞棱长。

【解答】解：(1) Ni 元素原子核外电子数为 28，核外电子排布式为 $1s^22s^22p^63s^23p^63d^84s^2$ ，3d 能级上的未成对电子数为 2，

故答案为: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$; 2;

(2) ① SO_4^{2-} 中 S 原子的孤电子对数 = $\frac{6+2-2 \times 4}{2} = 0$, 价层电子对数 = $4+0=4$, 离子空间构型为正四面体,

故答案为: 正四面体;

② Ni^{2+} 提供空轨道, NH_3 中 N 原子含有孤电子对, 二者之间形成配位键,

故答案为: 配位键; N;

③ PH_3 分子之间为范德华力, 氨气分子之间形成氢键, 分子间作用力更强, 增大了物质的沸点, 故氨气的沸点高于 PH_3 分子的,

NH_3 分子为三角锥形结构, 分子中正负电荷重心不重合, 属于极性分子, N 原子有 1 对孤对电子, 形成 3 个 N-H 键, 杂化轨道数目为 4, 氮原子采取 sp^3 杂化,

故答案为: 高于; 氨气分子之间形成氢键, 分子间作用力更强; 极性; sp^3 ;

(3) 单质铜及镍都属于金属晶体, 都是由金属键形成的晶体; Cu^+ 的外围电子排布为 $3d^{10}$, Ni^+ 的外围电子排布为 $3d^8 4s^1$, Cu^+ 的核外电子排布更稳定, 失去第二个电子更难, 元素铜的第二电离能高于镍的,

故答案为: 金属; Cu^+ 电子排布呈全充满状态, 比较稳定, 失电子需要能量高, 第二电离能数值大;

(4) ①晶胞中 Ni 处于顶点, Cu 处于面心, 则晶胞中 Ni 原子数目为 $8 \times \frac{1}{8} = 1$ 、Cu 原子数目 = $6 \times \frac{1}{2} = 3$, 故 Cu 与 Ni 原子数目之比为 3: 1,

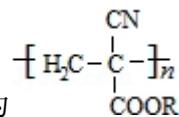
故答案为: 3: 1;

②属于面心立方密堆积, 晶胞质量质量为 $\frac{59+64 \times 3}{N_A} \text{ g}$, 则 $\frac{59+64 \times 3}{N_A} \text{ g} = d \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \times (a \times 10^{-7} \text{ cm})^3$, 解得 $a = \sqrt[3]{\frac{251}{d N_A}} \times 10^7$.

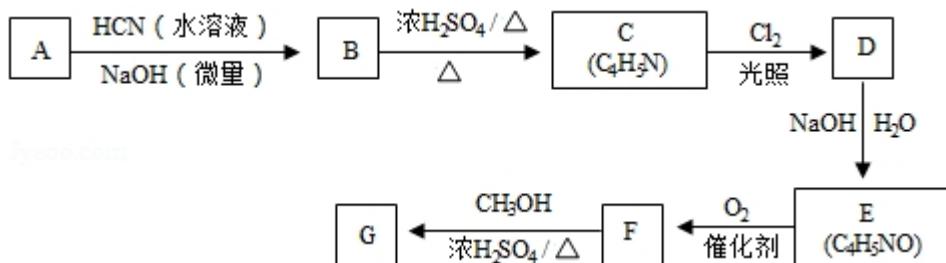
故答案为: $\sqrt[3]{\frac{251}{d N_A}} \times 10^7$.

【点评】本题是对物质结构与性质的考查, 涉及核外电子排布、空间构型与杂化方式判断、配位键、氢键、电离能、晶胞计算等, 是对物质结构主干知识的综合考查, 需要学生具备扎实的基础.

[化学--选修 5: 有机化学基础]



13. (15 分) 氰基丙烯酸酯在碱性条件下能快速聚合为
黏性。某种氰基丙烯酸酯 (G) 的合成路线如下:



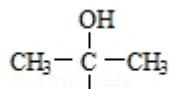
已知:

① A 的相对分子质量为 58, 氧元素质量分数为 0.276, 核磁共振氢谱显示为单峰



回答下列问题:

(1) A 的化学名称为 丙酮。



(2) B 的结构简式为 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CN})\text{CH}_3$ 。其核磁共振氢谱显示为 2 组峰, 峰面
积比为 1: 6。

(3) 由 C 生成 D 的反应类型为 取代反应。

(4) 由 D 生成 E 的化学方程式为 $\text{ClCH}_2-\overset{\text{CN}}{\underset{\text{HO}}{\text{C}}}-\text{CH}_2 + \text{NaOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{水}} \text{HOCH}_2-\overset{\text{CN}}{\underset{\text{CH}_2}{\text{C}}}-\text{CH}_2 + \text{NaCl}$ 。

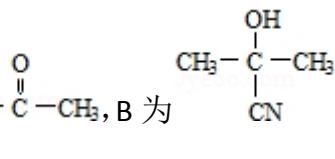
(5) G 中的官能团有 酯基、碳碳双键、氨基。(填官能团名称)

(6) G 的同分异构体中, 与 G 具有相同官能团且能发生银镜反应的共有 8 种
。(不含立体结构)

【考点】HB: 有机物的推断.

【专题】534: 有机物的化学性质及推断.

【分析】A 的相对分子质量为 58, 氧元素质量分数为 0.276, 则 A 分子中氧原子数目为 $\frac{58 \times 0.276}{16} = 1$, 分子中 C、H 原子总相对原子质量为 $58 - 16 = 42$, 则分子中最大碳原子数目为 $\frac{42}{12} = 3 \dots 6$, 故 A 的分子式为 C_3H_6O , 其核磁共振氢谱显示为单峰, 且发生信息中加成反应生成 B, 故 A 为 $CH_3-C(O)-CH_3$, B 为



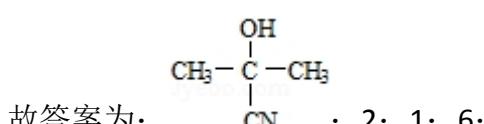
, B 发生消去反应生成 C 为 $CH_3-C(CN)=CH_2$, C 与氯气光照反应生成 D, D 发生水解反应生成 E, 结合 E 的分子式可知, C 与氯气发生取代反应生成 D, 则 D 为 $ClCH_2-C(CN)=CH_2$, E 发生氧化反应生成 F, F 与甲醇发生酯化反应生成 G, 则 E 为 $HOCH_2-C(CN)=CH_2$, F 为 $HOOC-C(CN)=CH_2$, G 为 $CH_3OOC-C(CN)=CH_2$ 。

【解答】解: A 的相对分子质量为 58, 氧元素质量分数为 0.276, 则 A 分子中氧原子数目为 $\frac{58 \times 0.276}{16} = 1$, 分子中 C、H 原子总相对原子质量为 $58 - 16 = 42$, 则分子中最大碳原子数目为 $\frac{42}{12} = 3 \dots 6$, 故 A 的分子式为 C_3H_6O , 其核磁共振氢

谱显示为单峰, 且发生信息中加成反应生成 B, 故 A 为 $CH_3-C(O)-CH_3$, B 为 $CH_3-C(OH)-CH_3$, B 发生消去反应生成 C 为 $CH_3-C(CN)=CH_2$, C 与氯气光照反应生成 D, D 发生水解反应生成 E, 结合 E 的分子式可知, C 与氯气发生取代反应生成 D, 则 D 为 $ClCH_2-C(CN)=CH_2$, E 发生氧化反应生成 F, F 与甲醇发生酯化反应生成 G, 则 E 为 $HOCH_2-C(CN)=CH_2$, F 为 $HOOC-C(CN)=CH_2$, G 为 $CH_3OOC-C(CN)=CH_2$ 。

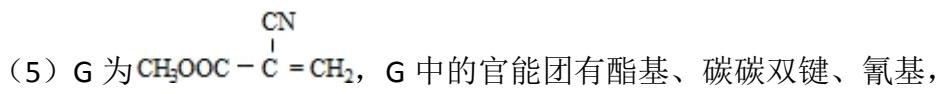
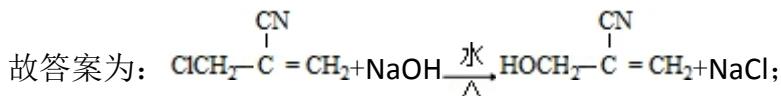
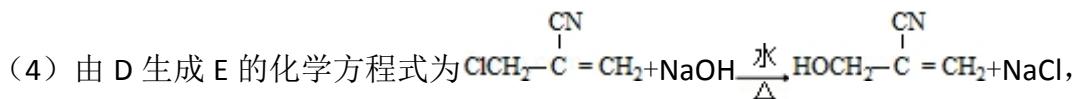
(1) 由上述分析可知, A 为 $CH_3-C(O)-CH_3$, 化学名称为丙酮, 故答案为: 丙酮;

(2) 由 $HOOC-C(CN)=CH_2$ 上述分析可知, B 的结构简式为 $CH_3-C(OH)-CH_3$ 其核磁共振氢谱显示为 2 组峰, 峰面积比为 1: 6,

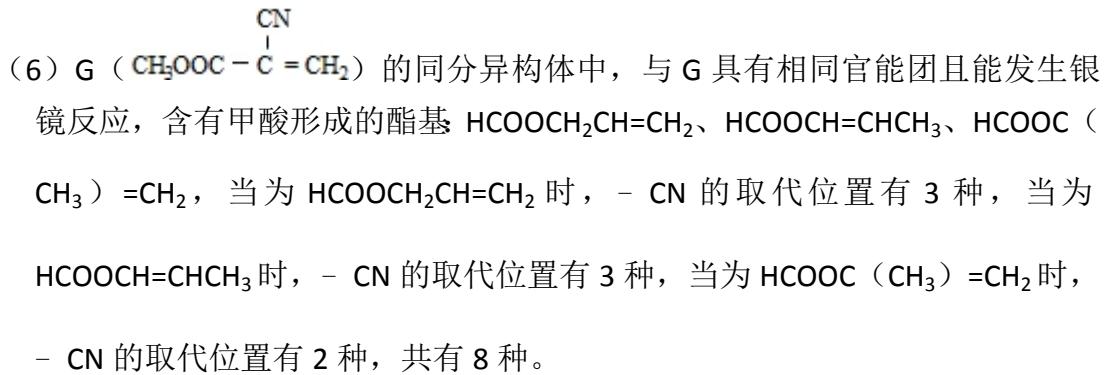


(3) 由 C 生成 D 的反应类型为: 取代反应,

故答案为：取代反应；



故答案为：酯基、碳碳双键、氰基；



故答案为：8。

【点评】本题考查考查有机物的推断，关键是确定 A 的结构简式，再结合反应条件、有机物分子式进行推断，熟练掌握官能团的性质与转化，(6) 中注意利用取代方法确定同分异构体。