

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。

- （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
- （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
- （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
- （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
- （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 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 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 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 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 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_____.

(3) ① $2\text{O}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) = \text{N}_2\text{O}_4(\text{l}) \quad \Delta H_1$

② $\text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) = \text{N}_2\text{H}_4(\text{l}) \quad \Delta H_2$

③ $\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_3$

④ $2\text{N}_2\text{H}_4(\text{l}) + \text{N}_2\text{O}_4(\text{l}) = 3\text{N}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_4 = -1048.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

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

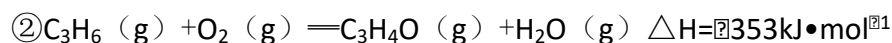
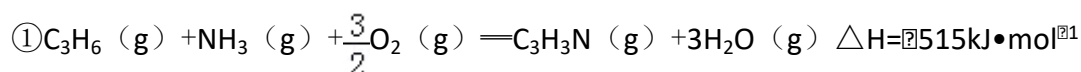
(4) 联氨为二元弱碱, 在水中的电离方式与氨相似。联氨第一步电离反应的平衡常数值为 _____ (已知: $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{N}_2\text{H}_5^+$ 的 $K = 8.7 \times 10^7$; $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$)。联氨与硫酸形成的酸式盐的化学式为_____.

(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 ($CH_2=CHCN$) 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_____；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 $460^\circ C$ 。低于 $460^\circ C$ 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 $460^\circ C$ 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 $n(\text{氨})/n(\text{丙烯})$ 的关系如图 (b) 所示。由图可知，最佳 $n(\text{氨})/n(\text{丙烯})$ 约为_____，理由是_____。进料气氨、空气、丙烯的理论体积比约为_____。

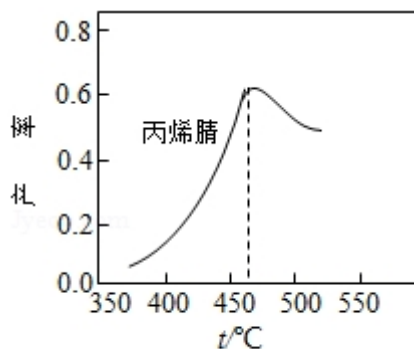


图 (a)

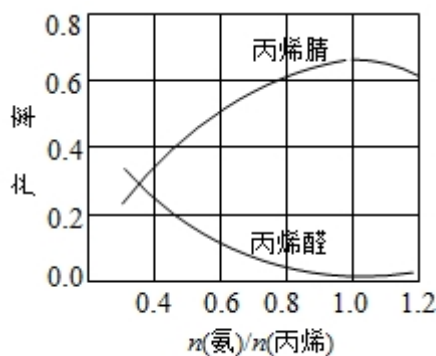


图 (b)

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 10mL 0.1mol/L KI 溶液，加入 6mL 0.1mol/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；

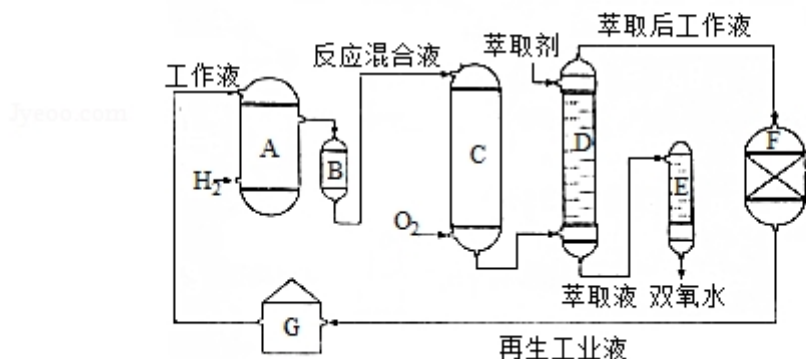
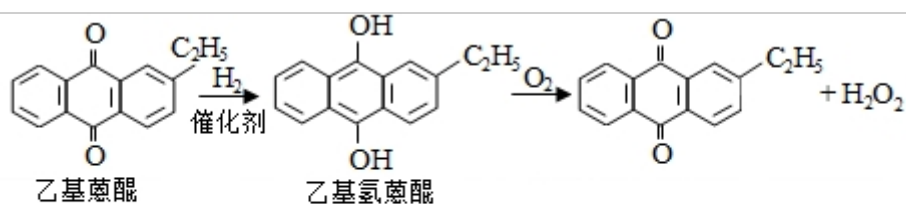
③第三支试管中加入 1 滴 KSCN 溶液，溶液变红。

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_____.

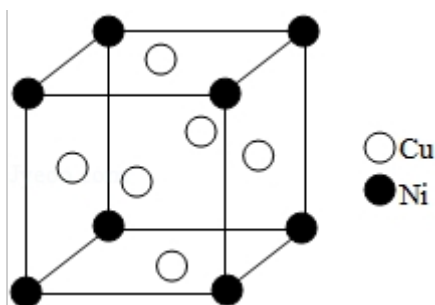
③ 氨的沸点_____ (填“高于”或“低于”) 膦 (PH_3), 原因是_____; 氨是_____ 分子 (填“极性”或“非极性”), 中心原子的轨道杂化类型为_____.

(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.

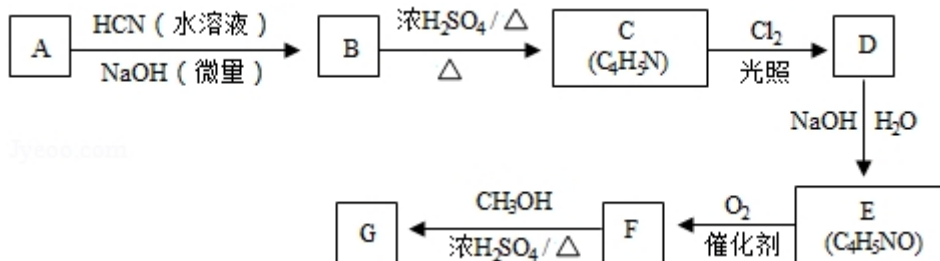
① 晶胞中铜原子与镍原子的数量比为_____.

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



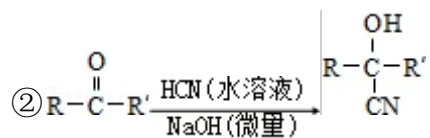
[化学--选修 5: 有机化学基础]

13. (15 分) 氰基丙烯酸酯在碱性条件下能快速聚合为 $\left[\text{H}_2\text{C}-\overset{\text{CN}}{\underset{\text{COOR}}{\text{C}}} \right]_n$ 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. 乙酸分子中羰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； b^{2-} 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； b^{2-} 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 H_2O 、 H_2O_2 ，与 Na 元素形成 Na_2O 、 Na_2O_2 ，与 S 元素形成 SO_2 、 SO_3 ，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 H_2S ， H_2S 的溶液呈弱酸性，故 D 正确。

故选：A。

【点评】本题考查结构性性质位置关系应用，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 $C_4H_8Cl_2$ 的有机物共有（不含立体异构）（ ）

- A. 7 种 B. 8 种 C. 9 种 D. 10 种

【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】 $C_4H_8Cl_2$ 可以看作为 C_4H_{10} 中 2 个 H 原子被 2 个 Cl 原子取代， C_4H_{10} 有 $CH_3CH_2CH_2CH_3$ 、 $CH_3CH(CH_3)_2$ 两种，再结合定一移一法判断。

【解答】解： $C_4H_8Cl_2$ 可以看作为 C_4H_{10} 中 2 个 H 原子被 2 个 Cl 原子取代， C_4H_{10} 有 $CH_3CH_2CH_2CH_3$ 、 $CH_3C(CH_3)_2$ 两种，
 $CH_3CH_2CH_2CH_3$ 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： $\text{Mg}-2\text{e}^-=\text{Mg}^{2+}$ ，故 A 正确；

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 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$

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 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 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 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 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 $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \vdots \quad \vdots \\ \text{H} : \text{N} : \text{N} : \text{H} \\ \vdots \quad \vdots \end{array}$, 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 $2\text{NH}_3 + \text{NaClO} = \text{N}_2\text{H}_4 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$.

(3) ① $2\text{O}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) = \text{N}_2\text{O}_4(\text{l}) \quad \Delta H_1$

② $\text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) = \text{N}_2\text{H}_4(\text{l}) \quad \Delta H_2$

③ $\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_3$

④ $2\text{N}_2\text{H}_4(\text{l}) + \text{N}_2\text{O}_4(\text{l}) = 3\text{N}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_4 = -1048.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

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 1 kg 的联氨可除去水中溶解的 O_2 1 kg ; 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 .

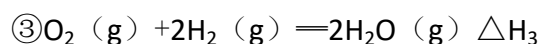
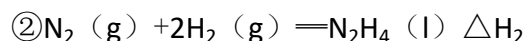
【考点】BF: 用盖斯定律进行有关反应热的计算; EL: 含氮物质的综合应用.

【专题】524: 氮族元素.

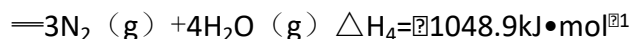
【分析】(1) 肼的分子式为 N_2H_4 , 是氮原子和氢原子形成四个共价键, 氮原子和氮原子之间形成一个共价键形成的共价化合物, 元素化合价代数和为 0 计算化合价;

(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;

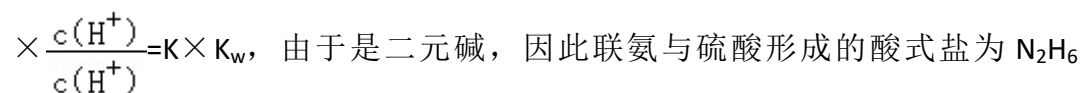
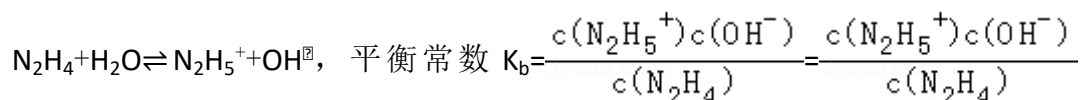
(3) ① $2\text{O}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) = \text{N}_2\text{O}_4(\text{l}) \quad \Delta H_1$



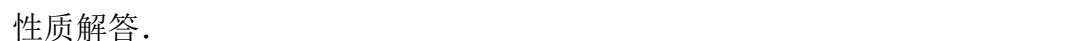
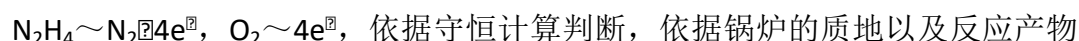
依据热化学方程式和盖斯定律计算 $\textcircled{3} \times 2 - \textcircled{2} \times 2 - \textcircled{1}$ 得到 $\textcircled{4} 2\text{N}_2\text{H}_4(\text{l}) + \text{N}_2\text{O}_4(\text{l})$



(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

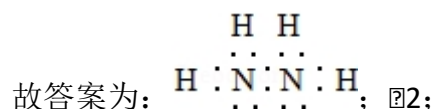
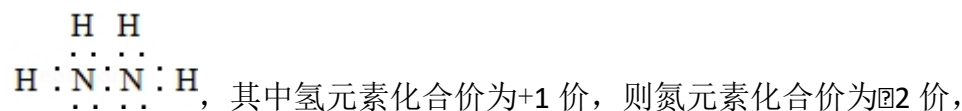


(5) 联氨被银离子氧化，银离子被还原生成单质银，联氨被氧化失电子



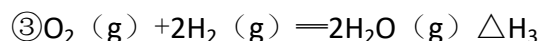
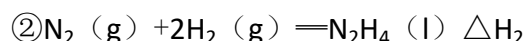
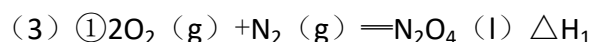
依据守恒计算判断，依据锅炉的质地以及反应产物性质解答。

【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：

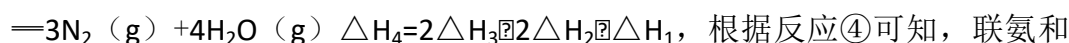


(2) 氨气被次氯酸钠溶液氧化生成肼，次氯酸钠被还原生成氯化钠，结合原子守恒配平书写反应的化学方程式为： $2\text{NH}_3 + \text{NaClO} = \text{N}_2\text{H}_4 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ ，

故答案为： $2\text{NH}_3 + \text{NaClO} = \text{N}_2\text{H}_4 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ ；



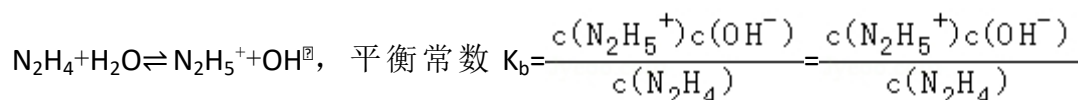
依据热化学方程式和盖斯定律计算 $\textcircled{3} \times 2 - \textcircled{2} \times 2 - \textcircled{1}$ 得到 $\textcircled{4} 2\text{N}_2\text{H}_4(\text{l}) + \text{N}_2\text{O}_4(\text{l})$



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，

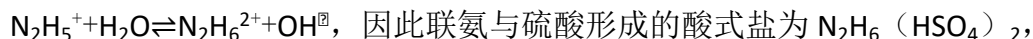
故答案为： $2\Delta H_3 - 2\Delta H_2 - \Delta H_1$ ；反应放热量大，产生大量气体；

(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



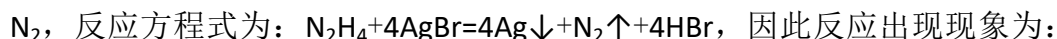
$$\times \frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{H}^+)} = K \times K_w = 8.7 \times 10^7 \times 1.0 \times 10^{-14} = 8.7 \times 10^{-7}$$

第二步电离方程式为



故答案为： 8.7×10^{-7} ， $\text{N}_2\text{H}_6(\text{HSO}_4)_2$ ；

(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



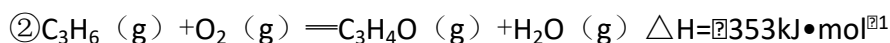
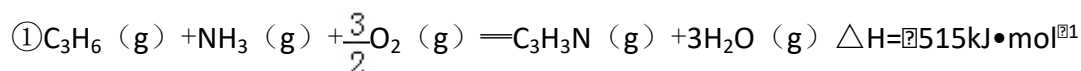
固体逐渐变黑，并有气泡产生，由于肼的氧化产物是氮气，不会对锅炉造成腐蚀，而亚硫酸钠被氧化产物为硫酸钠，易生成硫酸盐沉淀影响锅炉的安全使用，联胺被氧化失电子 $\text{N}_2\text{H}_4 \rightarrow \text{N}_2$ 失去 $4e^-$ ， $\text{O}_2 \rightarrow \text{O}^{2-}$ 得到 $4e^-$ ，联胺和氧气摩尔质量都是 32g/mol ，则等质量联胺和氧气物质的量相同，理论上 1kg 的联氨可除去水中溶解的 $\text{O}_2 1\text{kg}$ ，与使用 Na_2SO_3 处理水中溶解的 O_2 相比，联氨的优点是用量少，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 ($\text{CH}_2=\text{CHCN}$) 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：

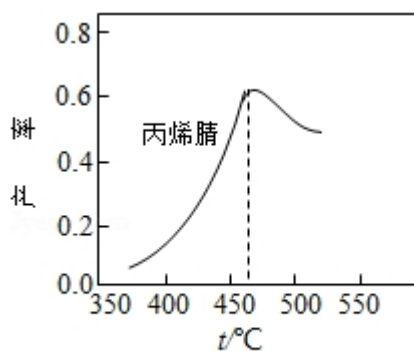


两个反应在热力学上趋势均很大，其原因是两个反应均为放热量大的反应；有利于提高丙烯腈平衡产率的反应条件是低温、低压；提高丙烯腈反应选择性的关键因素是催化剂。

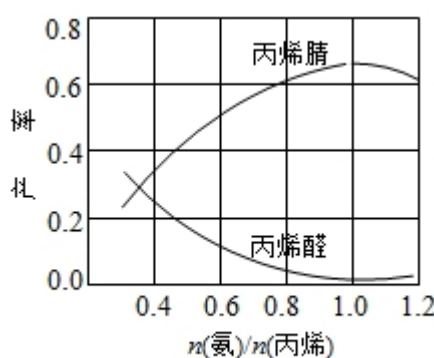
(2) 图(a)为丙烯腈产率与反应温度的关系曲线，最高产率对应的温度为460°C。低于460°C时，丙烯腈的产率不是（填“是”或“不是”）对应温度下的平衡转化率，判断理由是该反应为放热反应，平衡产率应随温度升高而降低；高于460°C时，丙烯腈产率降低的可能原因是AC（双选，填标号）。

- 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 $\text{C}_3\text{H}_6(\text{g}) + \text{NH}_3(\text{g}) + \frac{3}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{C}_3\text{H}_3\text{N}(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ，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 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 防止氯化亚铁被氧化。
- (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 $\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ 。
- (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 隔离空气（排除氧气对实验的影响）。
- (4) 丙组同学取 $10\text{mL } 0.1\text{mol/L KI}$ 溶液，加入 $6\text{mL } 0.1\text{mol/L FeCl}_3$ 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 Fe^{2+} （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 Fe^{3+} （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 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 $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ ；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；

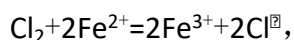
（4）加入 1 滴 $K_3[Fe(CN)_6]$ 溶液，生成蓝色沉淀是亚铁离子的检验特征反应现象，第一支试管中加入 1mL CCl_4 充分振荡、静置， CCl_4 层显紫色说明生成 I_2 ，碘离子被铁离子氧化为碘单质，随浓度变小，碘离子在稀的氯化铁溶液中不发生氧化还原反应；

（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： $Cl_2 + 2Fe^{2+} = 2Fe^{3+} + 2Cl^-$ ；

（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 $K_3[Fe(CN)_6]$ 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。

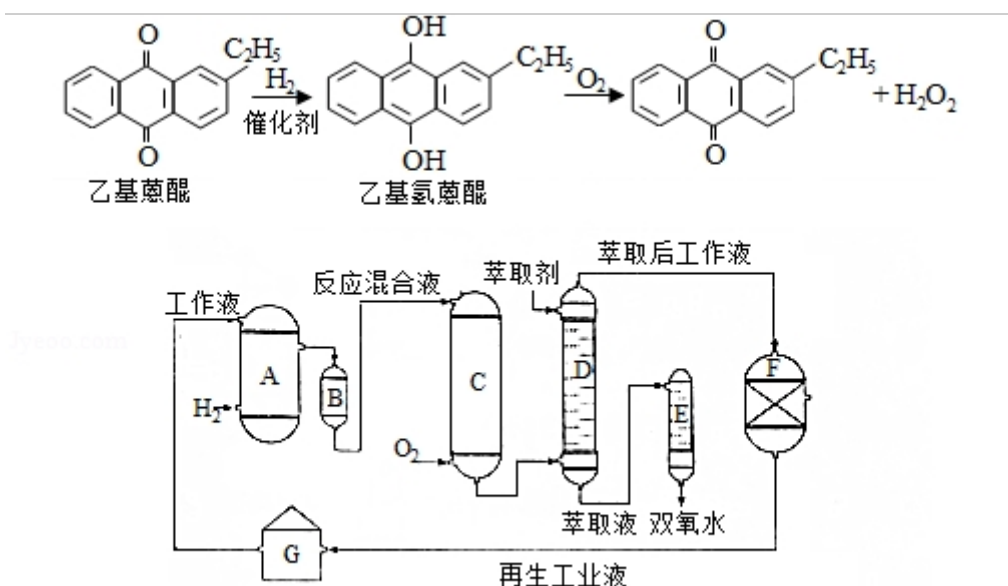
(5) 向盛有 H_2O_2 溶液的试管中加入几滴酸化的 FeCl_2 溶液，溶液变成棕黄色，说明过氧化氢氧化亚铁离子为铁离子，反应的离子方程式为： $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ ，铁离子对过氧化氢分解起到催化剂作用，产生气泡的原因是铁离子做过氧化氢分解催化剂分解生成氧气，氯化铁溶液中存在水解平衡， $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$ ，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： $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ ；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

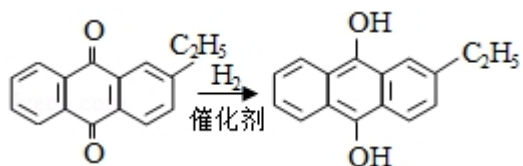
11. (15 分) 双氧水是一种重要的氧化剂、漂白剂和消毒剂。生产双氧水常采用蒽醌法，其反应原理和生产流程如图所示：



A. 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

(1) 蒽醌法制备 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 乙基蒽醌，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。

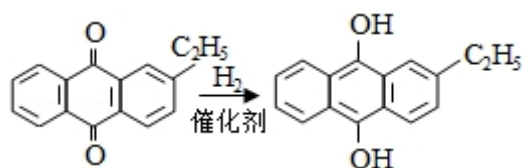


- (5) 双氧水在酸性条件下与 KMnO_4 溶液发生氧化还原反应生成氧气, 结合 $c = \frac{1000 \rho_w}{M}$ 计算浓度.

【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 H_2O_2 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，且结合流程图种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，

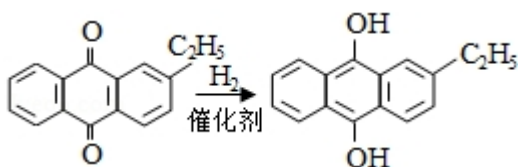
故答案为：氢气和氧气；乙基蒽醌；乙基蒽醌不溶于水，易溶于有机溶剂；

（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 $5\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ + 2\text{MnO}_4^- = 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2\uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ ，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： $5\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ + 2\text{MnO}_4^- = 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2\uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ ；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。

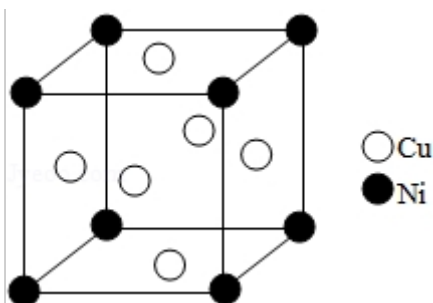
③ 氨的沸点 高于（填“高于”或“低于”）膦（ PH_3 ），原因是 氨气分子之间形成氢键，分子间作用力更强；氨是 极性 分子（填“极性”或“非极性”），中心原子的轨道杂化类型为 sp^3 。

(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 N—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： $1s^22s^22p^63s^23p^63d^84s^2$ ；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 $3d^84s^1$ ， 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；

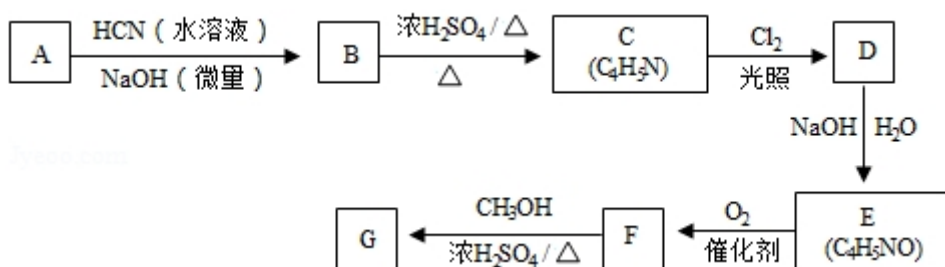
②属于面心立方密堆积，晶胞质量质量为 $\frac{59+64 \times 3}{N_A} \text{g}$ ，则 $\frac{59+64 \times 3}{N_A} \text{g} = d \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$
 $\times (a \times 10^{-7} \text{ cm})^3$ ，解得 $a = \sqrt[3]{\frac{251}{d N_A}} \times 10^7$ 。

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。

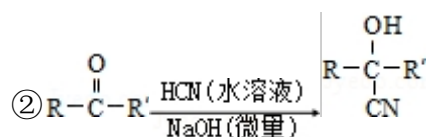
[化学--选修 5：有机化学基础]

13. (15 分) 氰基丙烯酸酯在碱性条件下能快速聚合为 $\left[\text{H}_2\text{C}-\overset{\text{CN}}{\underset{\text{COOR}}{\text{C}}} \right]_n$ 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：

①A 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 $\text{CH}_3-\overset{\text{OH}}{\underset{\text{CN}}{\text{C}}}-\text{CH}_3$ 。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 $\text{ClCH}_2-\overset{\text{CN}}{\text{C}}=\text{CH}_2 + \text{NaOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{水}} \text{HOCH}_2-\overset{\text{CN}}{\text{C}}=\text{CH}_2 + \text{NaCl}$ 。

(5) G 中的官能团有 酯基、碳碳双键、氰基。（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 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ ，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 $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{CH}_3$ ，B 为

$\text{CH}_3-\overset{\text{OH}}{\underset{\text{CN}}{\text{C}}}-\text{CH}_3$ ，B 发生消去反应生成 C 为 $\text{CH}_3-\overset{\text{CN}}{\text{C}}=\text{CH}_2$ ，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 $\text{ClCH}_2-\overset{\text{CN}}{\text{C}}=\text{CH}_2$ ，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 $\text{HOCH}_2-\overset{\text{CN}}{\text{C}}=\text{CH}_2$ ，F 为 $\text{HOOC}-\overset{\text{CN}}{\text{C}}=\text{CH}_2$ ，G 为 $\text{CH}_3\text{OOC}-\overset{\text{CN}}{\text{C}}=\text{CH}_2$ 。

【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 $CH_3-\overset{\overset{OH}{|}}{\underset{\underset{CN}{|}}{C}}-CH_3$ ，B 发生消去反应生成 C 为 $CH_3-\overset{\overset{CN}{|}}{C}=CH_2$ ，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 $ClCH_2-\overset{\overset{CN}{|}}{C}=CH_2$ ，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 $HOCH_2-\overset{\overset{CN}{|}}{C}=CH_2$ ，F 为 $HOOC-\overset{\overset{CN}{|}}{C}=CH_2$ ，G 为

$CH_3OOC-\overset{\overset{CN}{|}}{C}=CH_2$ 。

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

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

故答案为： $CH_3-\overset{\overset{OH}{|}}{\underset{\underset{CN}{|}}{C}}-CH_3$ ；2: 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；

(4) 由 D 生成 E 的化学方程式为 $ClCH_2-\overset{\overset{CN}{|}}{C}=CH_2 + NaOH \xrightarrow[\Delta]{H_2O} HOCH_2-\overset{\overset{CN}{|}}{C}=CH_2 + NaCl$ ，

故答案为： $ClCH_2-\overset{\overset{CN}{|}}{C}=CH_2 + NaOH \xrightarrow[\Delta]{H_2O} HOCH_2-\overset{\overset{CN}{|}}{C}=CH_2 + NaCl$ ；

(5) G 为 $CH_3OOC-\overset{\overset{CN}{|}}{C}=CH_2$ ，G 中的官能团有酯基、碳碳双键、氰基，故答案为：酯基、碳碳双键、氰基；

(6) G ($CH_3OOC-\overset{\overset{CN}{|}}{C}=CH_2$) 的同分异构体中，与 G 具有相同官能团且能发生银镜反应，含有甲酸形成的酯基： $HCOOCH_2CH=CH_2$ 、 $HCOOCH=CHCH_3$ 、 $HCOOC(CH_3)=CH_2$ ，当为 $HCOOCH_2CH=CH_2$ 时， $\square CN$ 的取代位置有 3 种，当为

HCOOCH=CHCH₃ 时， CN 的取代位置有 3 种，当为 HCOOC(CH₃)=CH₂ 时， CN 的取代位置有 2 种，共有 8 种。

故答案为：8。

【点评】 本题考查有机物的推断，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。