

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<sub>2</sub> 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<sup>2+</sup>和 c<sup>+</sup>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 C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>Cl<sub>2</sub> 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）Mg-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 Mg-2e<sup>-</sup>=Mg<sup>2+</sup>
- B. 正极反应式为 Ag<sup>+</sup>+e<sup>-</sup>=Ag
- C. 电池放电时 Cl<sup>-</sup>由正极向负极迁移
- D. 负极会发生副反应 Mg+2H<sub>2</sub>O=Mg(OH)<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>↑
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<sub>3</sub>、Al(OH)<sub>3</sub>                      B. AgCl、NaHCO<sub>3</sub>
- C. Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>、BaCO<sub>3</sub>                      D. Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>、CuSO<sub>4</sub>

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) <sub>3</sub> 胶体	将 NaOH 浓溶液滴加到饱和 FeCl <sub>3</sub> 溶液中
B.	由 MgCl <sub>2</sub> 溶液制备无水 MgCl <sub>2</sub>	将 MgCl <sub>2</sub> 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

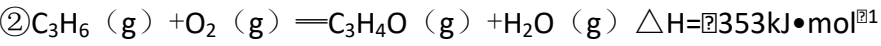
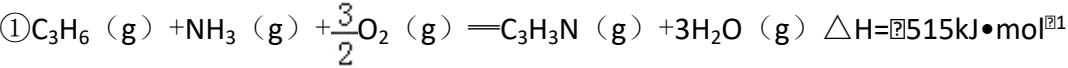
三、非选择题：包括必考题和选考题两部分。第 22 题～第 32 题为必考题，每个试题考生都必须作答。第 33 题～第 40 题为选考题，考生根据要求作答。（一）必考题（共 129 分）

8. （14 分）联氨（又称肼，N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>，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）①2O<sub>2</sub>（g）+N<sub>2</sub>（g）=N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>（l）ΔH<sub>1</sub>
- ②N<sub>2</sub>（g）+2H<sub>2</sub>（g）=N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>（l）ΔH<sub>2</sub>
- ③O<sub>2</sub>（g）+2H<sub>2</sub>（g）=2H<sub>2</sub>O（g）ΔH<sub>3</sub>
- ④2N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>（l）+N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>（l）=3N<sub>2</sub>（g）+4H<sub>2</sub>O（g）ΔH<sub>4</sub>=-1048.9kJ•mol<sup>-1</sup>
- 上述反应热效应之间的关系式为ΔH<sub>4</sub>=\_\_\_\_\_，联氨和 N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>可作为火箭推进剂的主要原因\_\_\_\_\_。
- （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：N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>+H<sup>+</sup>⇌N<sub>2</sub>H<sub>5</sub><sup>+</sup>的 K=8.7×10<sup>7</sup>；K<sub>w</sub>=1.0×10<sup>-14</sup>）。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<sub>2</sub>\_\_\_\_\_kg；与使用 Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 处理水中溶解的 O<sub>2</sub> 相比，联氨的优点是\_\_\_\_\_。

9. （14 分）丙烯腈（CH<sub>2</sub>=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<sub>2</sub>=CHCHO）和乙腈（CH<sub>3</sub>CN）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<sub>3</sub>H<sub>3</sub>N）和副产物丙烯醛（C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>O）的热化学方程式如下：

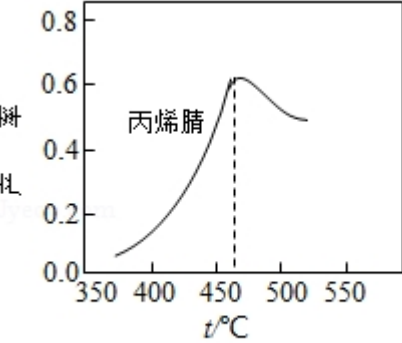


两个反应在热力学上趋势均很大，其原因是\_\_\_\_\_；有利于提高丙烯腈平衡产率的反应条件是\_\_\_\_\_；提高丙烯腈反应选择性的关键因素是\_\_\_\_\_。

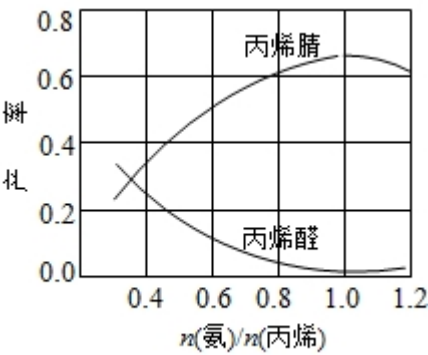
（2）图（a）为丙烯腈产率与反应温度的关系曲线，最高产率对应的温度为 460℃。低于 460℃时，丙烯腈的产率\_\_\_\_\_（填“是”或“不是”）对应温度下的平衡转化率，判断理由是\_\_\_\_\_；高于 460℃时，丙烯腈产率降低的可能原因是\_\_\_\_\_（双选，填标号）。

- 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<sup>2+</sup>、Fe<sup>3+</sup>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<sub>2</sub> 溶液中需加入少量铁屑，其目的是\_\_\_\_\_。

（2）甲组同学取 2mLFeCl<sub>2</sub> 溶液。加入几滴氯水，再加入 1 滴 KSCN 溶液，溶液变红，说明 Cl<sub>2</sub> 可将 Fe<sup>2+</sup>氧化。FeCl<sub>2</sub> 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 2mLFeCl<sub>2</sub> 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/LKI 溶液，加入 6mL0.1mol/LFeCl<sub>3</sub> 溶液混合。分别取 2mL 此溶液于 3 支试管中进行如下实验：

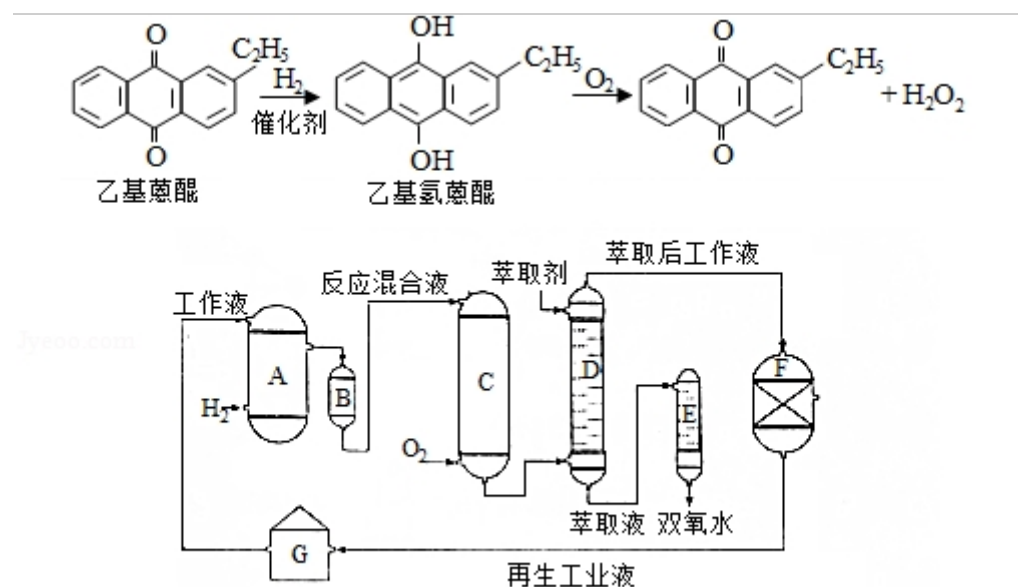
- ①第一支试管中加入 1mLCCl<sub>4</sub> 充分振荡、静置，CCl<sub>4</sub> 层呈紫色；  
②第二只试管中加入 1 滴 K<sub>3</sub>[Fe（CN）<sub>6</sub>] 溶液，生成蓝色沉淀；  
③第三支试管中加入 1 滴 KSCN 溶液，溶液变红。

实验②检验的离子是\_\_\_\_\_（填离子符号）；实验①和③说明：在 I<sup>-</sup>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<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 溶液的试管中加入几滴酸化的 FeCl<sub>2</sub> 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：

- 蒽醌法制备  $\text{H}_2\text{O}_2$  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\_\_\_\_\_。
- 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\_\_\_\_\_。
- 萃取塔 D 中的萃取剂是\_\_\_\_\_，选择其作萃取剂的原因是\_\_\_\_\_。
- 工作液再生装置 F 中要除净残留的  $\text{H}_2\text{O}_2$ ，原因是\_\_\_\_\_。
- 双氧水浓度可在酸性条件下用  $\text{KMnO}_4$  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：

- 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\_\_\_\_\_。
  - 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\_\_\_\_\_。

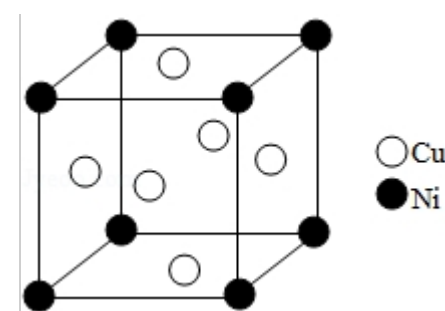
②在  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{SO}_4$  中  $\text{Ni}^{2+}$  与  $\text{NH}_3$  之间形成的化学键称为\_\_\_\_\_，提供孤电子对的成键原子是\_\_\_\_\_。

③氨的沸点\_\_\_\_\_（填“高于”或“低于”）膦（ $\text{PH}_3$ ），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\_\_\_\_\_。

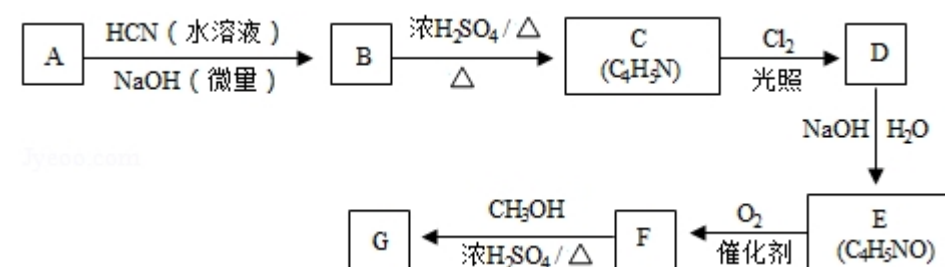
（4）某镍白铜合金的立方晶胞结构如图所示。

- 晶胞中铜原子与镍原子的数量比为\_\_\_\_\_。
- 若合金的密度为  $d\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ，晶胞参数  $a=$ \_\_\_\_\_ nm。



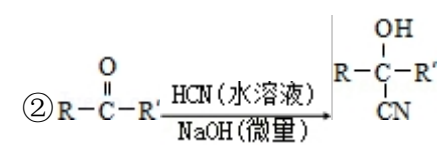
### [化学--选修 5：有机化学基础]

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

- 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  $\text{CO}_2$  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  $\text{CO}$  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  $\text{CO}$  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、 $\text{C}=\text{O}$  键、 $\text{CHO}$  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  $\text{COOH}$  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， $\text{b}^{2+}$  和  $\text{c}^+$  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； $\text{b}^{2+}$  和  $\text{c}^+$  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； $\text{b}^{2+}$  和  $\text{c}^+$  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，

$CH_3CH(CH_3)_2$  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） $Mg-AgCl$  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  $Mg-2e^-=Mg^{2+}$
- B. 正极反应式为  $Ag^++e^-=Ag$
- C. 电池放电时  $Cl^-$  由正极向负极迁移
- D. 负极会发生副反应  $Mg+2H_2O=Mg(OH)_2+H_2\uparrow$

**【考点】** BL：化学电源新型电池。

**【专题】** 51I：电化学专题。

**【分析】**  $Mg-AgCl$  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： $2AgCl+2e^-=2Cl^-+2Ag$ ，负极反应式为： $Mg-2e^-=Mg^{2+}$ ，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： $Mg-2e^-=Mg^{2+}$ ，故 A 正确；

B. AgCl 是难溶物，其电极反应式为： $2AgCl+2e^-=2Cl^-+2Ag$ ，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  $Mg+2H_2O=Mg(OH)_2+H_2\uparrow$ ，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.  $\text{NaHCO}_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$  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， $\text{AgCl}$  不溶于盐酸，故 B 错误；

C.  $\text{BaCO}_3$  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  $\text{BaCO}_3$ ，能和  $\text{H}_2\text{SO}_4$  反应生成  $\text{BaSO}_4$  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 $\text{NaOH}$ 浓溶液滴加到饱和 $\text{FeCl}_3$ 溶液中
B.	由 $\text{MgCl}_2$ 溶液制备无水 $\text{MgCl}_2$	将 $\text{MgCl}_2$ 溶液加热蒸干
C.	除去 $\text{Cu}$ 粉中混有的 $\text{CuO}$	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  $\text{NaOH}$  浓溶液滴加到饱和  $\text{FeCl}_3$  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， $\text{N}_2\text{H}_4$ ，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  $\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \vdots & \vdots \\ \text{H} & \text{:N:N:} & \text{H} \\ & \vdots & \vdots \end{array}$ ，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  $2\text{O}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) = \text{N}_2\text{O}_4(\text{l}) \triangle H_1$

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

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

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

上述反应热效应之间的关系式为 $\Delta H_4 = \underline{2\Delta H_3 - 2\Delta H_2 - \Delta H_1}$ ，联氨和  $N_2O_4$  可作为火箭推进剂的主要原因 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  $8.7 \times 10^{-7}$ （已知： $N_2H_4 + H^+ \rightleftharpoons N_2H_5^+$  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  $N_2H_6(HSO_4)_2$ 。
- (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  $1\text{kg}$  的联氨可除去水中溶解的  $O_2$   $1$   $\text{kg}$ ；与使用  $Na_2SO_3$  处理水中溶解的  $O_2$  相比，联氨的优点是  $N_2H_4$  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  $2O_2(g) + N_2(g) = N_2O_4(l) \Delta H_1$   
②  $N_2(g) + 2H_2(g) = N_2H_4(l) \Delta H_2$   
③  $O_2(g) + 2H_2(g) = 2H_2O(g) \Delta H_3$

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

- (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  $N_2H_4 + H_2O \rightleftharpoons N_2H_5^+ + OH^-$ ，平衡常数  $K_b = \frac{c(N_2H_5^+)c(OH^-)}{c(N_2H_4)} = \frac{c(N_2H_5^+)c(OH^-)}{c(N_2H_4)} \times \frac{c(H^+)}{c(H^+)} = K \times K_w$ ，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  $N_2H_4 \sim N_2 + 4e^-$ ， $O_2 \sim O^{2-}$  得到  $4e^-$ ，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： $\begin{array}{c} H & H \\ \vdots & \vdots \\ H & :N:N:H \\ \vdots & \vdots \end{array}$ ，其中氢元素化合价为+1 价，则氮元素化合价为-2 价，

故答案为： $\begin{array}{c} H & H \\ \vdots & \vdots \\ H & :N:N:H \\ \vdots & \vdots \end{array}$ ；-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： $2NH_3 + NaClO = N_2H_4 + NaCl + H_2O$ ，
- 故答案为： $2NH_3 + NaClO = N_2H_4 + NaCl + H_2O$ ；

- （3）①  $2O_2(g) + N_2(g) = N_2O_4(l) \Delta H_1$   
②  $N_2(g) + 2H_2(g) = N_2H_4(l) \Delta H_2$   
③  $O_2(g) + 2H_2(g) = 2H_2O(g) \Delta H_3$

依据热化学方程式和盖斯定律计算③ $\times 2$ ② $\times 2$ ①得到④  $2N_2H_4(l) + N_2O_4(l) = 3N_2(g) + 4H_2O(g) \Delta H_4 = 2\Delta H_3 - 2\Delta H_2 - \Delta H_1$ ，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  $N_2H_4 + H_2O \rightleftharpoons N_2H_5^+ + OH^-$ ，平衡常数  $K_b = \frac{c(N_2H_5^+)c(OH^-)}{c(N_2H_4)} = \frac{c(N_2H_5^+)c(OH^-)}{c(N_2H_4)} \times \frac{c(H^+)}{c(H^+)} = K \times K_w = 8.7 \times 10^7 \times 1.0 \times 10^{-14} = 8.7 \times 10^{-7}$ ，第二步电离方程式为  $N_2H_5^+ + H_2O \rightleftharpoons N_2H_6^{2+} + OH^-$ ，因此联氨与硫酸形成的酸式盐为  $N_2H_6(HSO_4)_2$ ，

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

- (5) 联氨被银离子氧化，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，联氨被氧化失电子  $N_2H_4 \rightarrow N_2$  失去  $4e^-$ ， $O_2 \rightarrow O^{2-}$  得到  $4e^-$ ，联氨和氧气摩尔质量都是  $32\text{g/mol}$ ，则等质量联氨和氧气物质的量相同，理论上  $1\text{kg}$  的联氨可除去水中溶解的  $O_2 1\text{kg}$ ，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  $Na_2SO_4$ ，

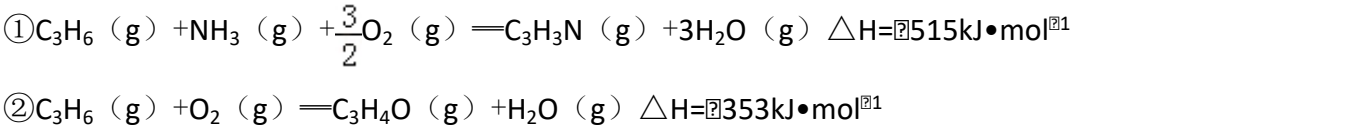


故答案为：固体逐渐变黑，并有气泡产生；1； $\text{N}_2\text{H}_4$ 的用量少，不产生其他杂质（反应产物为  $\text{N}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ ），而  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  产生  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 。

【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（ $\text{CH}_3\text{CN}$ ）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：

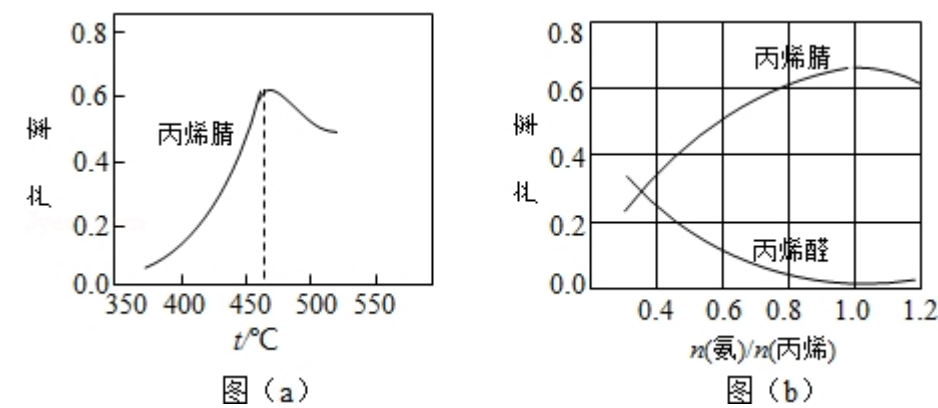


两个反应在热力学上趋势均很大，其原因是两个反应均为放热量大的反应；有利于提高丙烯腈平衡产率的反应条件是低温、低压；提高丙烯腈反应选择性的关键因素是催化剂。

（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  $460^\circ\text{C}$ 。低于  $460^\circ\text{C}$  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  $460^\circ\text{C}$  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。



【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  $460^\circ\text{C}$  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  $460^\circ\text{C}$  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  $460^\circ\text{C}$  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  $460^\circ\text{C}$  时，丙烯腈的产率不是对应温度下的平衡转化率。高于  $460^\circ\text{C}$  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  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  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  $\text{FeCl}_2$  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  $\text{FeCl}_2$  溶液。加入几滴氯水，再加入 1 滴 KSCN 溶液，溶液变红，说明  $\text{Cl}_2$  可将  $\text{Fe}^{2+}$  氧化。 $\text{FeCl}_2$  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  $\text{FeCl}_2$  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 10mL 0.1mol/L KI 溶液，加入 6mL 0.1mol/L  $\text{FeCl}_3$  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  $\text{CCl}_4$  充分振荡、静置， $\text{CCl}_4$  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  $\text{Fe}^{2+}$ （填离子符号）；实验①和③说明：在  $\text{I}^-$  过量的情况下，溶液中仍含有  $\text{Fe}^{3+}$ （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  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液的试管中加入几滴酸化的  $\text{FeCl}_2$  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  $\text{Fe}^{3+}$  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  $\text{CCl}_4$  充分振荡、静置， $\text{CCl}_4$  层显紫色说明生成  $\text{I}_2$ ，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  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液的试管中加入几滴酸化的  $\text{FeCl}_2$  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  $\text{Fe}^{3+}$  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  $\text{FeCl}_2$  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： $\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ ，

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  $\text{Fe}^{2+}$ ，①第一支试管中加入 1mL  $\text{CCl}_4$  充分振荡、静置， $\text{CCl}_4$  层显紫色说明生成  $\text{I}_2$ ，碘离子被铁离子氧化为碘单质，反应的离子方程式为： $2\text{I}^- + 2\text{Fe}^{3+} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ ，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  $\text{I}^-$  过量的情况下，溶液中仍含有  $\text{Fe}^{3+}$ ，说明该反应为可逆反应。

故答案为： $\text{Fe}^{2+}$ ； $\text{Fe}^{3+}$ ；可逆反应。

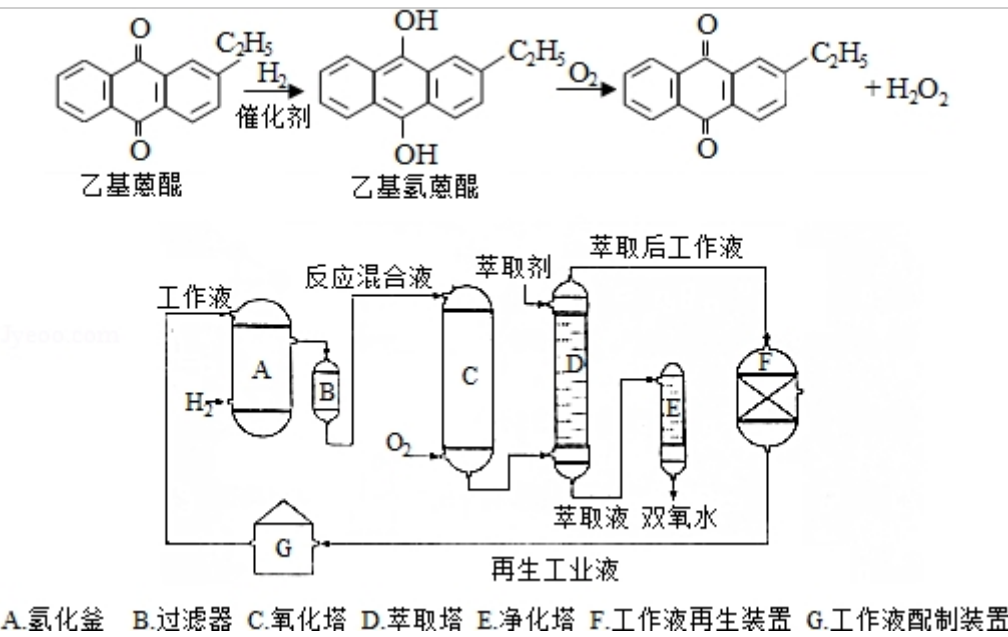
(5) 向盛有  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液的试管中加入几滴酸化的  $\text{FeCl}_2$  溶液，溶液变成棕黄色，说明过氧化氢氧化亚铁离子为铁离子，反应的离子方程式为： $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ ，铁离子对过氧化氢分解起到催化剂作用，产生气泡的原因是铁离子做过氧化氢分解催化剂分解生成氧气，氯化铁溶液中存在水解平衡， $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons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

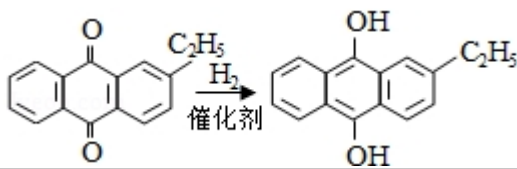
四、选考题：共 45 分。请考生从给出的 3 道物理题、3 道化学题、2 道生物题中每科任选一题作答，并用 2B 铅笔在答题卡上把所选题目题号后的方框涂黑。注意所选题目的题号必须与所涂题目的题号一致，在答题卡选答区域指定位置答题。如果多做，则每学科按所做的第一题计分。化学--选修 2：化学与技术

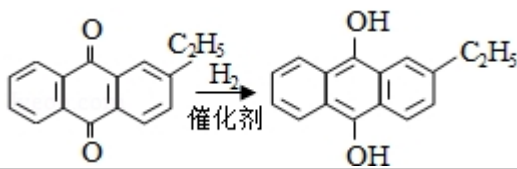
11. (15 分) 双氧水是一种重要的氧化剂、漂白剂和消毒剂。生产双氧水常采用蒽醌法，其反应原理和生产流程如图所示：



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  $\text{H}_2\text{O}_2$  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。



(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 乙基氢蒽醌。

(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  $\text{H}_2\text{O}_2$ ，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  $\text{KMnO}_4$  溶液测定，该反应的离子方程式为  $5\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ + 2\text{MnO}_4^- = 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ ，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  $\text{H}_2\text{O}_2$ ，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；

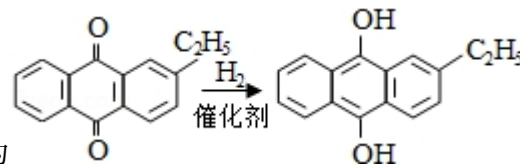
(5) 双氧水在酸性条件下与  $\text{KMnO}_4$  溶液发生氧化还原反应生成氧气，结合  $c = \frac{1000 \rho w}{M}$  计算浓度。

【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，

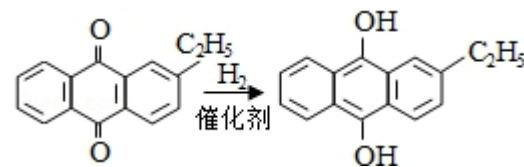


则蒽醌法制备  $\text{H}_2\text{O}_2$  理论上消耗的原料是氢气和氧气；乙基蒽醌开始被消耗，后来又生成，则循环使用的原料是乙基蒽醌，且结合流程图种再生工作液环节可知乙基蒽醌循环使用；配制工作液时采用有机溶剂而不采用水的原因是乙基蒽醌不溶于水，易溶于有机溶剂，

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  $\text{H}_2\text{O}_2$ ，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  $\text{KMnO}_4$  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  $\text{Ni}^{2+}$  与  $\text{NH}_3$  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（ $\text{PH}_3$ ），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  $\text{sp}^3$ 。

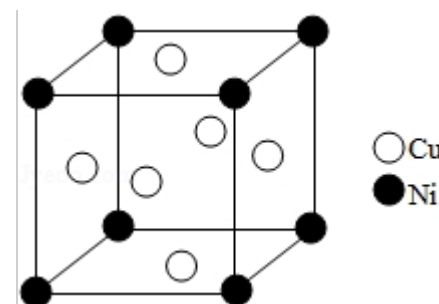
(3) 单质铜及镍都是由 金属 键形成的晶体；元素铜与镍的第二电离能分别为：

$I_{\text{Cu}} = 1958\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 、 $I_{\text{Ni}} = 1753\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ， $I_{\text{Cu}} > I_{\text{Ni}}$  的原因是  $\text{Cu}^+$  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  $\text{SO}_4^{2-}$  中 S 原子的孤电子对数  $= \frac{6+2-2 \times 4}{2} = 0$ ，价层电子对数  $= 4+0=4$ ；



②Ni<sup>2+</sup>提供空轨道，NH<sub>3</sub>中N原子含有孤电子对，二者之间形成配位键；

③PH<sub>3</sub>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<sub>3</sub>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<sup>+</sup>的外围电子排布为3d<sup>10</sup>，Ni<sup>+</sup>的外围电子排布为3d<sup>8</sup>4s<sup>1</sup>，Cu<sup>+</sup>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=ρV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<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>6</sup>3s<sup>2</sup>3p<sup>6</sup>3d<sup>8</sup>4s<sup>2</sup>，3d能级上的未成对电子数为2，

故答案为：1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>6</sup>3s<sup>2</sup>3p<sup>6</sup>3d<sup>8</sup>4s<sup>2</sup>；2；

(2) ①SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>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；

②Ni<sup>2+</sup>提供空轨道，NH<sub>3</sub>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；

③PH<sub>3</sub>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<sub>3</sub>分子的，

NH<sub>3</sub>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<sup>3</sup>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<sup>3</sup>；

(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<sup>+</sup>的外围电子排布为3d<sup>10</sup>，Ni<sup>+</sup>的外围电子排布为3d<sup>8</sup>4s<sup>1</sup>，Cu<sup>+</sup>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<sup>+</sup>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；

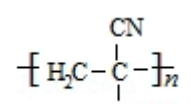
②属于面心立方密堆积，晶胞质量质量为 $\frac{59+64\times 3}{N_A}$ g，则 $\frac{59+64\times 3}{N_A}$ g=d•cm<sup>3</sup>×(a×10<sup>7</sup>cm)

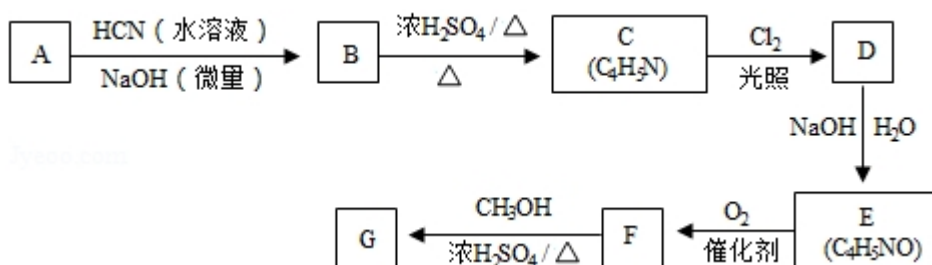
<sup>3</sup>，解得a= $\sqrt[3]{\frac{251}{dN_A}}\times 10^7$ 。

故答案为： $\sqrt[3]{\frac{251}{dN_A}}\times 10^7$ 。

【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。

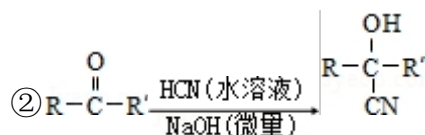
#### [化学--选修5：有机化学基础]

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  $\begin{array}{c} \text{OH} \\ | \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CN} \end{array}$ 。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  $\text{ClCH}_2-\text{C}(\text{CN})=\text{CH}_2 + \text{NaOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{水}} \text{HOCH}_2-\text{C}(\text{CN})=\text{CH}_2 + \text{NaCl}$ 。

(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

$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3$ ，B 为  $\begin{array}{c} \text{OH} \\ | \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CN} \end{array}$ ，B 发生消去反应生成 C 为  $\text{CH}_3-\text{C}(\text{CN})=\text{CH}_2$ ，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  $\text{ClCH}_2-\text{C}(\text{CN})=\text{CH}_2$ ，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  $\text{HOCH}_2-\text{C}(\text{CN})=\text{CH}_2$ ，F 为  $\text{HOOC}-\text{C}(\text{CN})=\text{CH}_2$ ，G 为  $\text{CH}_3\text{OOC}-\text{C}(\text{CN})=\text{CH}_2$ 。

【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  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ ，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  $\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3$ ，B 为  $\begin{array}{c} \text{OH} \\ | \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CN} \end{array}$ ，B 发生消去反应生成 C 为  $\text{CH}_3-\text{C}(\text{CN})=\text{CH}_2$ ，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  $\text{ClCH}_2-\text{C}(\text{CN})=\text{CH}_2$ ，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  $\text{HOCH}_2-\text{C}(\text{CN})=\text{CH}_2$ ，F 为  $\text{HOOC}-\text{C}(\text{CN})=\text{CH}_2$ ，G 为  $\text{CH}_3\text{OOC}-\text{C}(\text{CN})=\text{CH}_2$ 。

(1) 由上述分析可知，A 为  $\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3$ ，化学名称为丙酮，故答案为：丙酮；

(2) 由  $\text{HOOC}-\text{C}(\text{CN})=\text{CH}_2$  上述分析可知，B 的结构简式为  $\begin{array}{c} \text{OH} \\ | \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CN} \end{array}$  其核磁共振氢谱显示为 2 组峰，峰面积比为 1:6，

故答案为： $\begin{array}{c} \text{OH} \\ | \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CN} \end{array}$ ；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  $\text{ClCH}_2-\text{C}(\text{CN})=\text{CH}_2 + \text{NaOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{水}} \text{HOCH}_2-\text{C}(\text{CN})=\text{CH}_2 + \text{NaCl}$ ，

故答案为： $\text{ClCH}_2-\text{C}(\text{CN})=\text{CH}_2 + \text{NaOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{水}} \text{HOCH}_2-\text{C}(\text{CN})=\text{CH}_2 + \text{NaCl}$ ；

(5) G 为  $\text{CH}_3\text{OOC}-\text{C}(\text{CN})=\text{CH}_2$ ，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 ( $\text{CH}_3\text{OOC}-\text{C}(\text{CN})=\text{CH}_2$ ) 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： $\text{HCOOCH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$ 、 $\text{HCOOCH}=\text{CHCH}_3$ 、 $\text{HCOOC}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2$ ，当为  $\text{HCOOCH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$  时， $\text{CN}$  的取代位置有 3 种，当为  $\text{HCOOCH}=\text{CHCH}_3$  时， $\text{CN}$  的取代位置有 3 种，当为  $\text{HCOOC}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2$  时， $\text{CN}$  的取代位置有 2 种，共有 8 种。

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。