

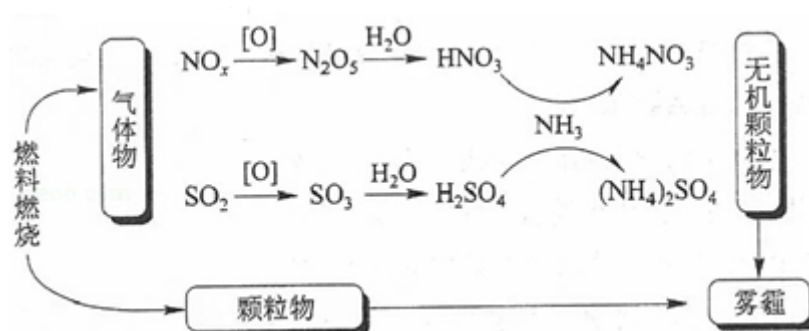
2018 年全国统一高考化学试卷（新课标II）

一、选择题：本题共 7 小题，每小题 6 分，共 42 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）化学与生活密切相关，下列说法错误的是（ ）

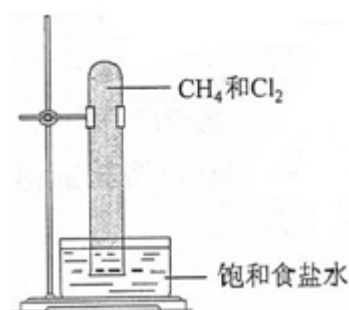
- A. 碳酸钠可用于去除餐具的油污
- B. 漂白粉可用于生活用水的消毒
- C. 氢氧化铝可用于中和过多胃酸
- D. 碳酸钡可用于胃肠 X 射线造影检查

2. （6 分）研究表明，氮氧化物和二氧化硫在形成雾霾时与大气中的氨有关（如图所示）。下列叙述错误的是（ ）

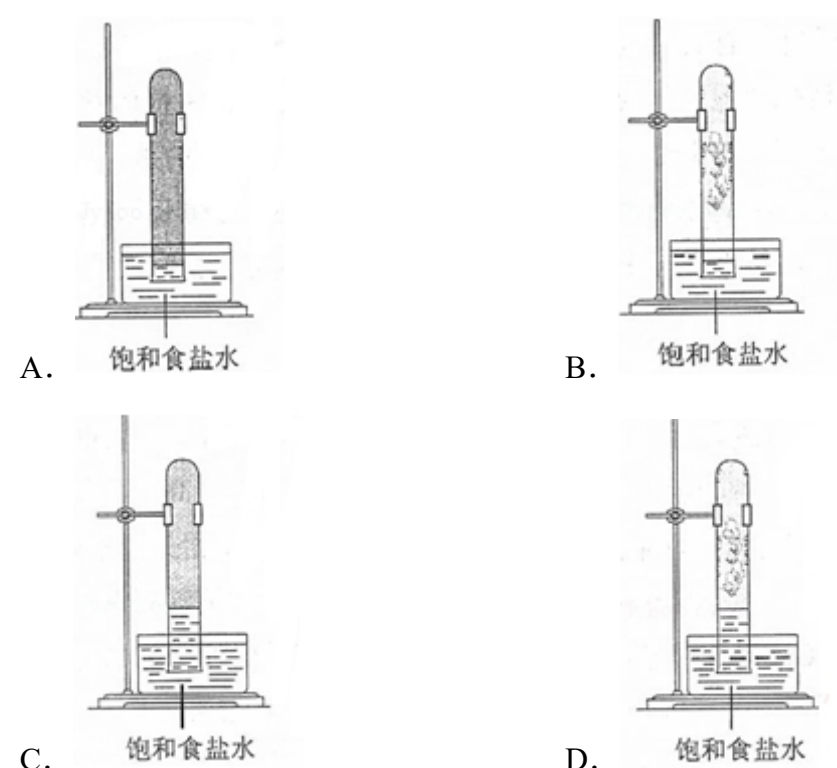


- A. 雾和霾的分散剂相同
- B. 雾霾中含有硝酸铵和硫酸铵
- C. NH_3 是形成无机颗粒物的催化剂
- D. 雾霾的形成与过度施用氮肥有关

3. （6 分）实验室中用如图所示的装置进行甲烷与氯气在光照下反应的实验。



在光照下反应一段时间后，下列装置示意图中能正确反映实验现象的是（ ）



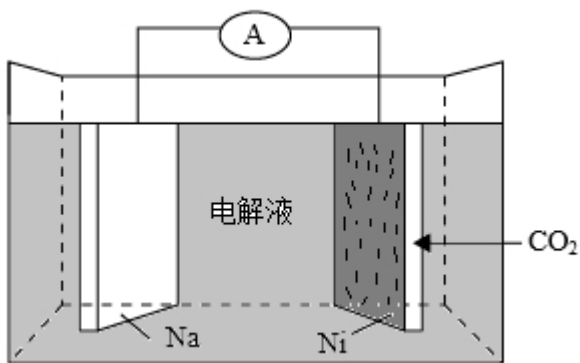
4. （6 分）W、X、Y 和 Z 为原子序数依次增大的四种短周期元素。W 与 X 可生成一种红棕色有刺激性气味的气体；Y 的周期数是族序数的 3 倍；Z 原子最外层的电子数与 W 的电子总数相同，下列叙述正确的是（ ）

- A. X 与其他三种元素均可形成两种或两种以上的二元化合物
- B. Y 与其他三种元素分别形成的化合物中只含有离子键
- C. 四种元素的简单离子具有相同的电子层结构
- D. W 的氧化物对应的水化物均为强酸

5. （6 分） N_A 代表阿伏加德罗常数的值，下列说法正确的是（ ）

- A. 常温常压下， 124gP_4 中所含 P—P 键数目为 $4N_A$
- B. $100\text{ mL } 1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{FeCl}_3$ 溶液中所含 Fe^{3+} 的数目为 $0.1N_A$
- C. 标准状况下， 11.2 L 甲烷和乙烯混合物中含氢原子数目为 $2N_A$
- D. 密闭容器中， 2 mol SO_2 和 1 mol O_2 催化反应后分子总数为 $2N_A$

6. （6 分）我国科学家研发了一种室温下“可呼吸”的 $\text{Na}\square\text{CO}_2$ 二次电池，将 NaClO_4 溶于有机溶剂作为电解液。钠和负载碳纳米管的镍网分别作为电极材料，电池的总反应为： $3\text{CO}_2 + 4\text{Na} \rightleftharpoons 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{C}$ ，下列说法错误的是（ ）



- A. 放电时， ClO_4^- 向负极移动
- B. 充电时释放 CO_2 ，放电时吸收 CO_2
- C. 放电时，正极反应为： $3\text{CO}_2+4\text{e}^-\rightleftharpoons 2\text{CO}_3^{2-}+\text{C}$
- D. 充电时，正极反应为： $\text{Na}^++\text{e}^-\rightleftharpoons \text{Na}$

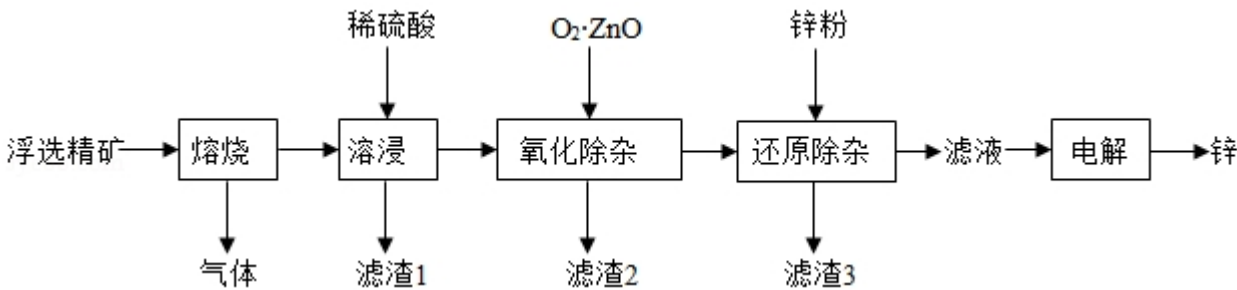
7. （6分）下列实验过程可以达到实验目的是（ ）

编号	实验目的	实验过程
A	配制 $0.4000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液	称取 4.0g 固体 NaOH 于烧杯中，加入少量蒸馏水溶解，转移至 250mL 容量瓶中定容
B	探究维生素 C 的还原性	向盛有 2mL 黄色氯化铁溶液的试管中滴加浓的维生素 C 溶液，观察颜色变化
C	制取并纯化氢气	向稀盐酸中加入锌粒，将生成的气体依次通过 NaOH 溶液、浓硫酸和 KMnO_4 溶液
D	探究浓度对反应速率的影响	向 2 支盛有 5mL 不同浓度 NaHSO_3 溶液的试管中同时加入 2mL 5% H_2O_2 溶液，观察实验现象

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

二、非选择题：每个试题考生必须作答。

8. （14分）我国是世界上最早制得和使用金属锌的国家。一种以闪锌矿（ ZnS ，含有 SiO_2 和少量 FeS 、 CdS 、 PbS 杂质）为原料制备金属锌的流程如图所示：



相关金属离子 $[\text{c}_0(\text{M}^{n+})=0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}]$ 形成氢氧化物沉淀的 pH 范围如下：

金属离子	Fe^{3+}	Fe^{2+}	Zn^{2+}	Cd^{2+}
开始沉淀的 pH	1.5	6.3	6.2	7.4
沉淀完全的 pH	2.8	8.3	8.2	9.4

回答下列问题：

- （1）焙烧过程中主要反应的化学方程式为_____。
- （2）滤渣 1 的主要成分除 SiO_2 外还有_____；氧化除杂工序中 ZnO 的作用是_____，若不通入氧气，其后果是_____。
- （3）溶液中的 Cd^{2+} 用锌粉除去，还原除杂工序中反应的离子方程式为_____。
- （4）电解硫酸锌溶液制备单质锌时，阴极的电极反应式为_____；沉积锌后的电解液可返回_____工序继续使用。

9. （14分） CH_4CO_2 的催化重整不仅可以得到合成气（ CO 和 H_2 ），还对温室气体的减排具有重要意义。回答下列问题：

（1） CH_4CO_2 催化重整反应为： $\text{CH}_4(\text{g})+\text{CO}_2(\text{g})\rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g})+2\text{H}_2(\text{g})$ 。

已知： $\text{C}(\text{s})+2\text{H}_2(\text{g})\rightleftharpoons \text{CH}_4(\text{g})\Delta\text{H}=-75\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

$\text{C}(\text{s})+\text{O}_2(\text{g})\rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g})\Delta\text{H}=-394\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

$\text{C}(\text{s})+\frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g})\rightleftharpoons \text{CO}(\text{g})\Delta\text{H}=-111\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

该催化重整反应的 $\Delta\text{H}=\text{_____}\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。有利于提高 CH_4 平衡转化率的条件是_____（填标号）。

- A. 高温低压 B. 低温高压 C. 高温高压 D. 低温低压

某温度下，在体积为 2L 的容器中加入 2mol CH_4 、1mol CO_2 以及催化剂进行重整反应，达到平衡时 CO_2 的转化率是 50%，其平衡常数为_____ $\text{mol}^2\cdot\text{L}^{-2}$ 。

(2) 反中催化剂活性会因积碳反应而降低，同时存在的消碳反应则使积碳碳量减少。相关数据如下表：

		积碳反应 $\text{CH}_4(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{s}) + 2\text{H}_2(\text{g})$	消碳反应 $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{C}(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g})$
$\Delta H/(\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1})$		75	172
活化能/ ($\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$)	催化剂 X	33	91
	催化剂 Y	43	72

①由上表判断，催化剂 X_____Y（填“优于或劣于”），理由是_____。在反应进料气组成，压强及反应时间相同的情况下，某催化剂表面的积碳量随温度的变化关系如右图 1 所示。升高温度时，下列关于积碳反应，消碳反应的平衡常数（K）和速率（v）的叙述正确的是_____（填标号）。

- A. $K_{\text{积}}$ 、 $K_{\text{消}}$ 均增加
B. $V_{\text{积}}$ 减小、 $V_{\text{消}}$ 增加
C. $K_{\text{积}}$ 减小、 $K_{\text{消}}$ 增加
D. $V_{\text{消}}$ 增加的倍数比 $V_{\text{积}}$ 增加的倍数大

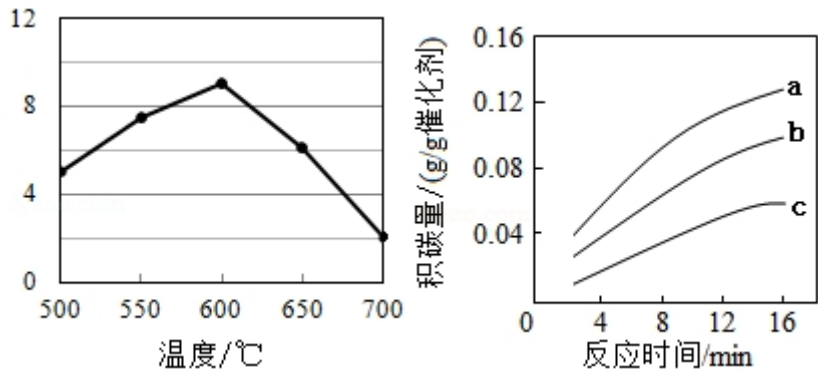


图 1

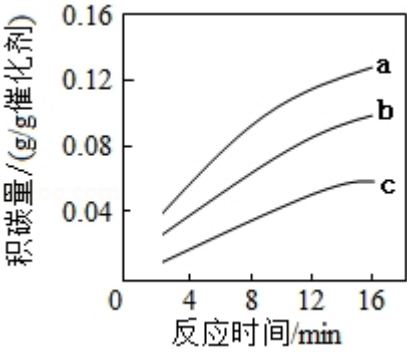


图 2

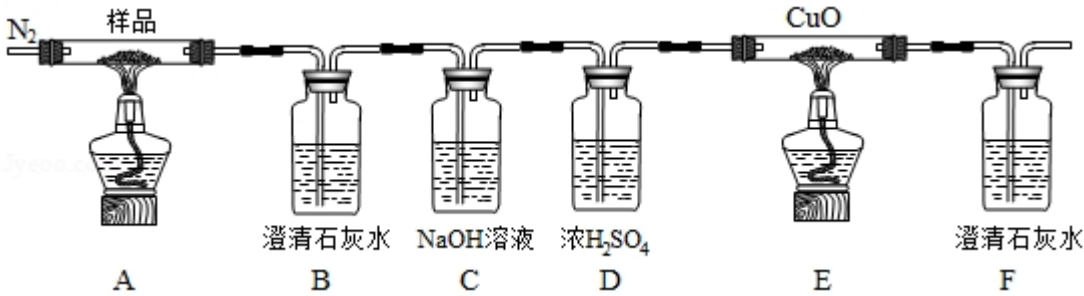
②在一定温度下，测得某催化剂上沉积碳的生成速率方程为 $v=k\cdot p(\text{CH}_4)\cdot[p(\text{CO}_2)]^{-0.5}$ （k 为速率常数）。在 $p(\text{CH}_4)$ 一定时，不同 $p(\text{CO}_2)$ 下积碳量随时间的变化趋势如图 2 所示，则 $P_a(\text{CO}_2)$ 、 $P_b(\text{CO}_2)$ 、 $P_c(\text{CO}_2)$ 从大到小的顺序为_____。

10. （15 分） $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ （三草酸合铁酸钾）为亮绿色晶体，可用于晒制蓝图，回答

下列问题：

(1) 晒制蓝图时，用 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 作感光剂，以 $\text{K}_3\text{Fe}[(\text{CN})_6]$ 溶液为显色剂。其光解反应的化学方程式为 $2\text{K}_3[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]\xrightarrow{\text{光照}}2\text{FeC}_2\text{O}_4+3\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4+2\text{CO}_2\uparrow$ ；显色反应的化学方程式为_____。

(2) 某小组为探究三草酸合铁酸钾的热分解产物，按如图所示装置进行实验。



- ①通入氮气的目的是_____。
②实验中观察到装置 B、F 中澄清石灰水均变浑浊，装置 E 中固体变为红色，由此判断热分解产物中一定含有_____、_____。
③为防止倒吸，停止实验时应进行的操作是_____。
④样品完全分解后，装置 A 中的残留物含有 FeO 和 Fe_2O_3 ，检验 Fe_2O_3 存在的方法是：_____。

(3) 测定三草酸合铁酸钾中铁的含量。

- ①称量 mg 样品于锥形瓶中，溶解后加稀 H_2SO_4 酸化，用 $\text{cmol}\cdot\text{L}^{-1}\text{KMnO}_4$ 溶液滴定至终点。滴定终点的现象是_____。
②向上述溶液中加入过量锌粉至反应完全后，过滤、洗涤，将滤液及洗涤液全部收集到锥形瓶中。加稀 H_2SO_4 酸化，用 $\text{cmol}\cdot\text{L}^{-1}\text{KMnO}_4$ 溶液滴定至终点，消耗 KMnO_4 溶液 VmL。该晶体中铁的质量分数的表达式为_____。

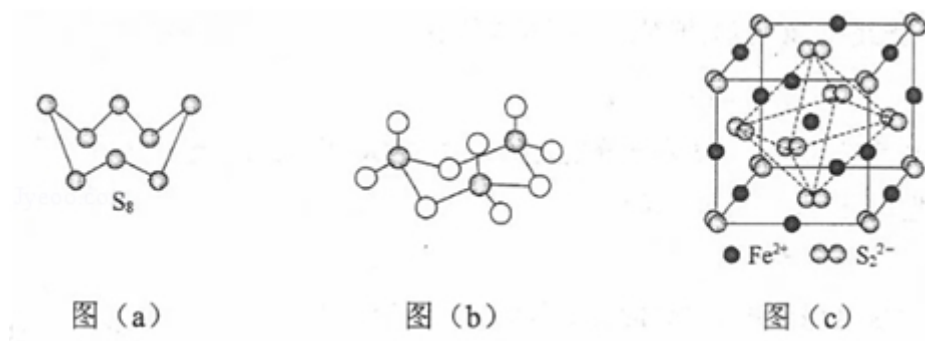
[化学一选修 3：物质结构与性质]（15 分）

11. （15 分）硫及其化合物有许多用途。相关物质的物理常数如表所示：

	H_2S	S_8	FeS_2	SO_2	SO_3	H_2SO_4
熔点/ $^{\circ}\text{C}$	-85.5	115.2	>600（分解）	-75.5	16.8	10.3
沸点/ $^{\circ}\text{C}$	60.3	444.6		10.0	45.0	337.0

回答下列问题：

- (1) 基态 Fe 原子价层电子的电子排布图（轨道表达式）为_____，基态 S 原子电子占据最高能级的电子云轮廓图为_____形。
- (2) 根据价层电子对互斥理论， H_2S ， SO_2 ， SO_3 的气态分子中，中心原子价层电子对数不同于其他分子的是_____。
- (3) 图（a）为 S_8 的结构，其熔点和沸点要比二氧化硫的熔点和沸点高很多，主要原因为_____。

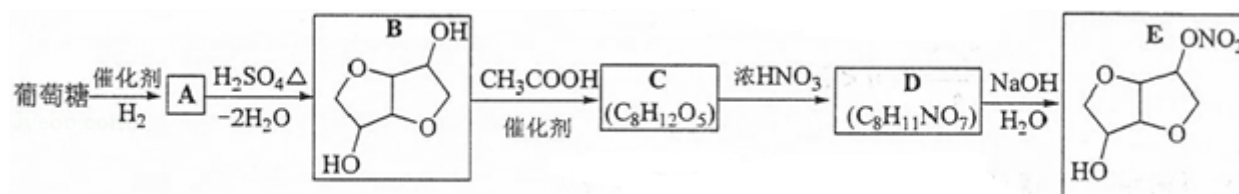


- (4) 气态三氧化硫以单分子形式存在，其分子的立体构型为_____形，其中共价键的类型有_____种；固体三氧化硫中存在如图（b）所示的三聚分子。该分子中 S 原子的杂化轨道类型为_____。
- (5) FeS_2 晶体的晶胞如图（c）所示，晶胞边长为 $a\text{nm}$ ， FeS_2 相对式量为 M、阿伏加德罗常数的值为 N_A ，其晶体密度的计算表达式为_____ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ；晶胞中 Fe^{2+} 位于 S_2^{2-} 所形成的八面体的体心，该正八面体的边长为_____ nm 。

- (2) A 中含有的官能团的名称为_____。
- (3) 由 B 到 C 的反应类型为_____。
- (4) C 的结构简式为_____。
- (5) 由 D 到 E 的反应方程式为_____。
- (6) F 是 B 的同分异构体，7.30g 的 F 与足量饱和碳酸氢钠反应可释放出 2.24L 二氧化碳（标准状况），F 的可能结构共有_____种（不考虑立体异构）；其中核磁共振氢谱为三组峰，峰面积比为 3：1：1 的结构简式为_____。

[化学一选修 5：有机化学基础]（15 分）

12. 以葡萄糖为原料制得的山梨醇（A）和异山梨醇（B）都是重要的生物质转化平台化合物。E 是一种治疗心绞痛的药物。由葡萄糖为原料合成 E 的路线如下：



回答下列问题：

- (1) 葡萄糖的分子式为_____。

2018 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：本题共 7 小题，每小题 6 分，共 42 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）化学与生活密切相关，下列说法错误的是（ ）

- A. 碳酸钠可用于去除餐具的油污
- B. 漂白粉可用于生活用水的消毒
- C. 氢氧化铝可用于中和过多胃酸
- D. 碳酸钡可用于胃肠 X 射线造影检查

【考点】14：物质的组成、结构和性质的关系.

【分析】A. 碳酸钠水溶液呈碱性，碱性条件下促进油脂水解；

B. 当把漂白粉撒到水中时，发生反应 $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{HClO}$ ，HClO 具有强氧化性；

C. 氢氧化铝属于弱碱，能中和酸；

D. 碳酸钡能和稀盐酸反应生成有毒的氯化钡，但是硫酸钡不溶于稀盐酸、不溶于水。

【解答】解：A. 碳酸钠水解生成 NaOH 而导致其水溶液呈碱性，碱性条件下促进油脂水解，从而除去油污，故 A 正确；

B. 当把漂白粉撒到水中时，发生反应 $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{HClO}$ ，HClO 具有强氧化性而杀菌消毒，所以漂白粉可用于生活用水的消毒，故 B 正确；

C. 氢氧化铝属于弱碱，能中和胃酸中的盐酸而降低胃液酸性，所以氢氧化铝可以用于中和过多胃酸，故 C 正确；

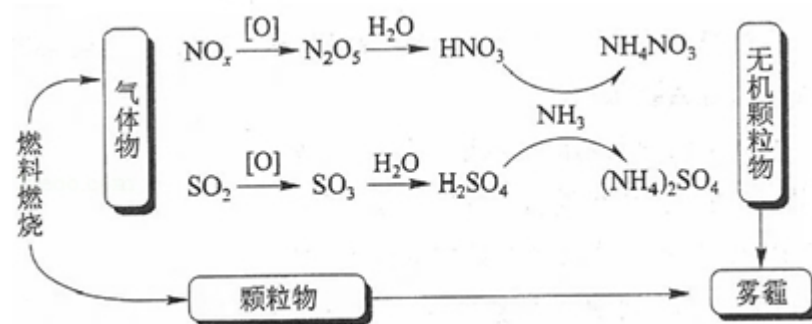
D. 碳酸钡能和稀盐酸反应生成有毒的氯化钡，但是硫酸钡不溶于稀盐酸、不溶于水，所以应该用硫酸钡而不是碳酸钡作胃肠 X 射线造影检查，故 D 错误；

故选：D。

【点评】本题考查物质结构和性质，侧重考查化学在生产生活中的应用，明确物质性质是解本题

关键，会运用化学知识正确解释生产生活现象，题目难度不大。

2. （6 分）研究表明，氮氧化物和二氧化硫在形成雾霾时与大气中的氨有关（如图所示）。下列叙述错误的是（ ）



- A. 雾和霾的分散剂相同
- B. 雾霾中含有硝酸铵和硫酸铵
- C. NH_3 是形成无机颗粒物的催化剂
- D. 雾霾的形成与过度施用氮肥有关

【考点】EK：氮的氧化物的性质及其对环境的影响.

【分析】由图示可知雾霾的主要成分为颗粒物，其中无机颗粒物的主要成分为铵盐，可由氨气和硝酸、硫酸反应生成，以此解答该题。

【解答】解：A. 雾和霾的分散剂都是空气，故 A 正确；

B. 由图示可知雾霾中含有硝酸铵和硫酸铵，故 B 正确；

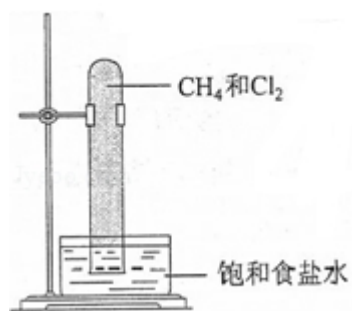
C. 由图示可知氨气参与反应生成铵盐，为反应物，不是催化剂，故 C 错误；

D. 无机颗粒物的主要成分为铵盐，可形成雾霾，可知雾霾的形成与过度施用氮肥有关，故 D 正确。

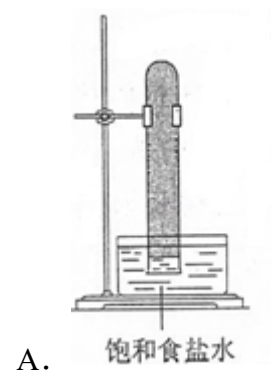
故选：C。

【点评】本题考查环境污染问题，侧重于化学与生活、生产以及环境保护的考查，有利于培养学生良好的科学素养，树立环保意识，难度不大。

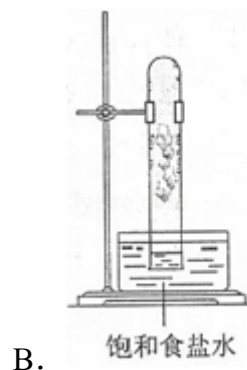
3. （6 分）实验室中用如图所示的装置进行甲烷与氯气在光照下反应的实验。



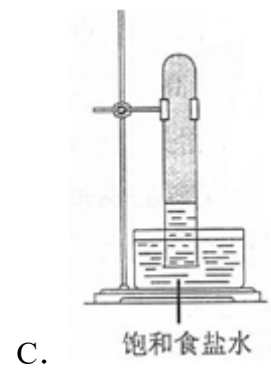
在光照下反应一段时间后，下列装置示意图中能正确反映实验现象的是（ ）



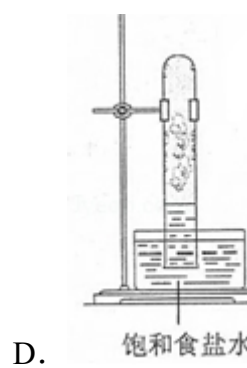
A.



B.



C.



D.

【考点】T4：甲烷的取代反应。

【分析】 CH_4 与 Cl_2 在光照条件下发生取代反应，取代反应的产物有 CH_3Cl （g）， CH_2Cl_2 （l）， CHCl_3 （l）， CCl_4 （l）和 HCl 。

【解答】解： CH_4 与 Cl_2 在光照条件下发生取代反应，取代反应的产物有 CH_3Cl （g）， CH_2Cl_2 （l）， CHCl_3 （l）， CCl_4 （l）和 HCl ，产生的 CH_2Cl_2 （l）， CHCl_3 （l）， CCl_4 （l）能附着在管壁上形成油状液滴，由于试管连接饱和食盐水， HCl 在其中的溶解度降低，所以 HCl 能和管内部的空气中的水蒸气形成白雾附着在管内壁上，整个反应是气体体积减少的反应，管内液面上升，所以D选项正确，

故选：D。

【点评】本题考查 CH_4 与 Cl_2 在光照下的取代反应，明确反应过程，产物及其物理状态和化学性质是解题的关键，为高频考点，题目难度不大，是基础题。

4. （6分）W、X、Y和Z为原子序数依次增大的四种短周期元素。W与X可生成一种红棕色有刺激性气味的气体；Y的周期数是族序数的3倍；Z原子最外层的电子数与W的电子总数相同，下列叙述正确的是（ ）

- A. X与其他三种元素均可形成两种或两种以上的二元化合物
- B. Y与其他三种元素分别形成的化合物中只含有离子键
- C. 四种元素的简单离子具有相同的电子层结构
- D. W的氧化物对应的水化物均为强酸

【考点】8F：原子结构与元素周期律的关系。

【分析】W、X、Y和Z为原子序数依次增大的四种短周期元素，W与X可生成一种红棕色有刺激性气味的气体，该气体是 NO_2 ，则W、X分别是N、O元素；Y的周期数是族序数的3倍，其原子序数大于O，则Y为Na元素；Z原子最外层的电子数与W的电子总数相同，为Cl元素；

- A. X是O元素，与W形成的二元化合物有 NO 、 NO_2 、 N_2O_5 等；与Y元素形成的二元化合物有 Na_2O 、 Na_2O_2 ；有Z元素形成的二元化合物有 ClO_2 、 Cl_2O_7 等；
- B. Na与O元素形成的化合物 Na_2O_2 中含有共价键；
- C. 形成的简单离子中W、X、Y电子层结构相同；
- D. W的氧化物的水化物 HNO_2 是弱酸。

【解答】解：W、X、Y和Z为原子序数依次增大的四种短周期元素，W与X可生成一种红棕色有刺激性气味的气体，该气体是 NO_2 ，则W、X分别是N、O元素；Y的周期数是族序数的3倍，其原子序数大于O，则Y为Na元素；Z原子最外层的电子数与W的电子总数相同，为Cl元素；

- A. X是O元素，与W形成的二元化合物有 NO 、 NO_2 、 N_2O_5 等；与Y元素形成的二元化合物有 Na_2O 、 Na_2O_2 ；有Z元素形成的二元化合物有 ClO_2 、 Cl_2O_7 等，所以X与其他三种元素均可形

成两种或两种以上的二元化合物，故 A 正确；

B. Na 与 O 元素形成的化合物 Na_2O_2 的电子式为 $\text{Na}^+[\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}]^-\text{Na}^+$ ，含有共价键和离子键，故 B 错误；

C. 形成的简单离子中 W、X、Y 电子层有 2 个，而 Z 离子核外电子层有 3 个，所以这四种元素简单离子电子层结构不相同，故 C 错误；

D. W 的氧化物的水化物 HNO_3 是强酸，而 HNO_2 为弱酸，故 D 错误；
故选：A。

【点评】本题考查原子结构和元素周期律，侧重考查学生分析、判断及知识综合运用能力，明确原子结构、物质结构、元素周期表结构、元素周期律即可解答，注意规律中的特殊现象，题目难度不大。

5. (6 分) N_A 代表阿伏加德罗常数的值，下列说法正确的是 ()

- A. 常温常压下，124g P_4 中所含 P—P 键数目为 $4N_A$
- B. 100 mL $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{FeCl}_3$ 溶液中所含 Fe^{3+} 的数目为 $0.1N_A$
- C. 标准状况下，11.2L 甲烷和乙烯混合物中含氢原子数目为 $2N_A$
- D. 密闭容器中，2 mol SO_2 和 1mol O_2 催化反应后分子总数为 $2N_A$

【考点】4F：阿伏加德罗常数。

【分析】A. 1mol P_4 含有 6mol P—P 键；

B. FeCl_3 溶液中存在 Fe^{3+} 的水解；

C. 1mol 乙烷含有 4mol H，1mol 乙烯含有 4mol H；

D. SO_2 和 O_2 的催化反应为可逆反应。

【解答】解：A. 124g P_4 的物质的量为 $\frac{124\text{g}}{31\times 4\text{g/mol}}=1\text{mol}$ ，根据 P_4 的结构式，1mol P_4 含有 6mol P—P 键，即含有 P—P 键数目为 $6N_A$ ，故 A 错误；

B. FeCl_3 溶液中存在 Fe^{3+} 的水解，所以 100 mL $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{FeCl}_3$ 溶液中所含 Fe^{3+} 的数目小于 0.1mol，即小于 $0.1N_A$ ，故 B 错误；

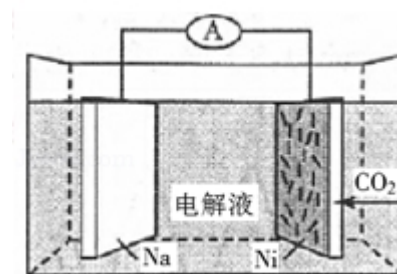
C. 1mol 甲烷含有 4mol H，1mol 乙烯含有 4mol H，二者无论按何种比例，相当于 1mol 混合气体含

有 4mol H，则标准状况下，11.2L 甲烷和乙烯混合物中含 H 有 $\frac{11.2\text{L}}{22.4\text{L/mol}}\times 4=2\text{mol}$ ，即含氢原子数目为 $2N_A$ ，故 C 正确；

D. SO_2 和 O_2 的催化反应为可逆反应，反应不可能完全进行，存在一个化学平衡，所以密闭容器中，2 mol SO_2 和 1mol O_2 催化反应后分子总数不一定为 2mol，即不一定为 $2N_A$ ，故 D 错误，
故选：C。

【点评】本题考查阿伏伽德罗常数的简单计算，注意盐类水解知识和化学平衡知识的运用，明确 P_4 的结构是解题的关键，为易错点，题目难度不大，是基础题。

6. (6 分) 我国科学家研发了一种室温下“可呼吸”的 $\text{Na}-\text{CO}_2$ 二次电池，将 NaClO_4 溶于有机溶剂作为电解液。钠和负载碳纳米管的镍网分别作为电极材料，电池的总反应为： $3\text{CO}_2+4\text{Na}\rightleftharpoons 2\text{Na}_2\text{CO}_3+\text{C}$ ，下列说法错误的是 ()



- A. 放电时， ClO_4^- 向负极移动
- B. 充电时释放 CO_2 ，放电时吸收 CO_2
- C. 放电时，正极反应为： $3\text{CO}_2+4\text{e}^-=2\text{CO}_3^{2-}+\text{C}$
- D. 充电时，正极反应为： $\text{Na}^++\text{e}^-=\text{Na}$

【考点】BH：原电池和电解池的工作原理。

【分析】A. 放电时，Na 失电子作负极、Ni 作正极，电解质溶液中阴离子向负极移动；

B. 放电时 Na 作负极、Ni 作正极，充电时 Ni 作阳极、Na 作阴极，则放电电池反应式为 $3\text{CO}_2+4\text{Na}\rightleftharpoons 2\text{Na}_2\text{CO}_3+\text{C}$ 、充电电池反应式为 $2\text{Na}_2\text{CO}_3+\text{C}\rightleftharpoons 3\text{CO}_2+4\text{Na}$ ；

C. 放电时负极反应式为 $\text{Na}-\text{e}^-=\text{Na}^+$ 、正极反应式为 $3\text{CO}_2+4\text{e}^-=2\text{CO}_3^{2-}+\text{C}$ ；

D. 充电时，原来的正极作电解池的阳极，失电子发生氧化反应。

【解答】解：A. 放电时，Na 失电子作负极、Ni 作正极，电解质溶液中阴离子向负极移动，所以

- ClO_4^- 向负极移动，故 A 正确；
- B. 放电时 Na 作负极、Ni 作正极，充电时 Ni 作阳极、Na 作阴极，则放电电池反应式为 $3\text{CO}_2+4\text{Na}\rightleftharpoons 2\text{Na}_2\text{CO}_3+\text{C}$ 、充电电池反应式为 $2\text{Na}_2\text{CO}_3+\text{C}\rightleftharpoons 3\text{CO}_2+4\text{Na}$ ，所以充电时释放 CO_2 ，放电时吸收 CO_2 ，故 B 正确；
- C. 放电时负极反应式为 $\text{Na}\rightarrow\text{Na}^++\text{e}^-$ 、正极反应式为 $3\text{CO}_2+4\text{e}^-\rightarrow 2\text{CO}_3^{2-}+\text{C}$ ，故 C 正确；
- D. 充电时，原来的正极 Ni 作电解池的阳极，Na 作电解池阴极，则正极发生的反应为原来正极反应式的逆反应，即 $2\text{CO}_3^{2-}+\text{C}\rightarrow 4\text{e}^-+3\text{CO}_2$ ，负极发生的反应为 $\text{Na}^++\text{e}^-\rightarrow\text{Na}$ ，故 D 错误；
- 故选：D。

【点评】本题考查原电池原理，明确充电电池中正负极、阴阳极发生反应关系是解本题关键，侧重考查学生分析判断能力，难点是电极反应式的书写，题目难度不大。

7. （6 分）下列实验过程可以达到实验目的是（ ）

编号	实验目的	实验过程
A	配制 $0.4000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液	称取 4.0g 固体 NaOH 于烧杯中，加入少量蒸馏水溶解，转移至 250mL 容量瓶中定容
B	探究维生素 C 的还原性	向盛有 2mL 黄色氯化铁溶液的试管中滴加浓的维生素 C 溶液，观察颜色变化
C	制取并纯化氢气	向稀盐酸中加入锌粒，将生成的气体依次通过 NaOH 溶液、浓硫酸和 KMnO_4 溶液
D	探究浓度对反应速率的影响	向 2 支盛有 5mL 不同浓度 NaHSO_3 溶液的试管中同时加入 2mL5% H_2O_2 溶液，观察实验现象

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

【考点】U5：化学实验方案的评价.

【分析】A. 在转移溶液之前应该将溶液冷却至室温，否则配制的溶液浓度偏高；

- B. 氯化铁具有氧化性、维生素 C 具有还原性，二者发生氧化还原反应而使溶液变色；
- C. 高锰酸钾溶液和氢气、HCl 都不反应，且最后通过酸性高锰酸钾溶液会导致得到的氢气中含有水蒸气；
- D. 要探究浓度对化学反应速率影响实验时，应该只有浓度不同其它条件必须完全相同。

【解答】解：A. NaOH 溶解过程是放热的，导致溶液浓度高于室温，如果在转移溶液之前未将溶液冷却至室温，否则配制的溶液体积偏小，则配制溶液浓度偏高，所以不能实现实验目的，故 A 不选；

B. 氯化铁具有氧化性、维生素 C 具有还原性，二者发生氧化还原反应而生成亚铁离子，导致溶液由黄色变为浅绿色，则溶液变色，所以能实现实验目的，故 B 选；

C. 高锰酸钾溶液和氢气、HCl 都不反应，且最后通过酸性高锰酸钾溶液会导致得到的氢气中含有水蒸气，所以不能实现实验目的，用 NaOH 吸收 HCl、用浓硫酸干燥气体即可，故 C 不选；

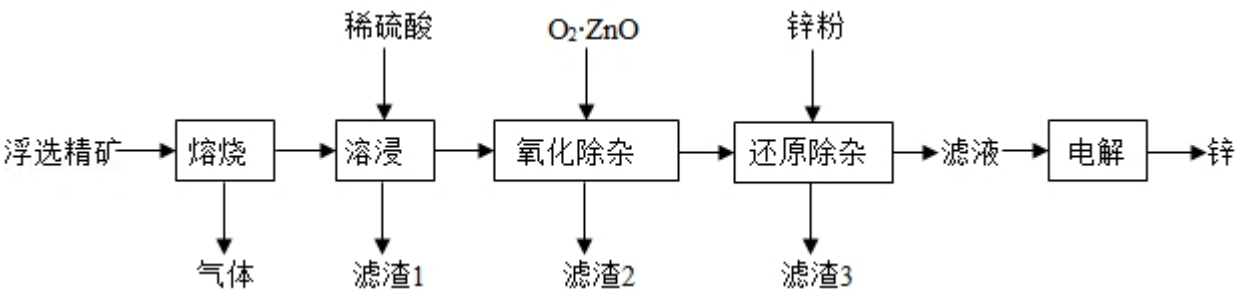
D. 要探究浓度对化学反应速率影响实验时，应该只有浓度不同其它条件必须完全相同，该实验没有明确说明温度是否相同，并且实验现象也不明显，所以不能实现实验目的，故 D 不选，

故选：B。

【点评】本题考查化学实验评价，涉及溶液配制、性质检验、物质的分离提纯、化学反应速率影响因素探究等知识点，侧重考查学生实验操作、实验分析和判断能力，明确实验原理及物质性质是解本题关键，题目难度不大。

二、非选择题：每个试题考生必须作答。

8. （14 分）我国是世界上最早制得和使用金属锌的国家。一种以闪锌矿（ ZnS ，含有 SiO_2 和少量 FeS 、 CdS 、 PbS 杂质）为原料制备金属锌的流程如图所示：



相关金属离子 $[\text{c}_0(\text{M}^{n+})=0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}]$ 形成氢氧化物沉淀的 pH 范围如下：

金属离子	Fe^{3+}	Fe^{2+}	Zn^{2+}	Cd^{2+}
------	------------------	------------------	------------------	------------------

开始沉淀的 pH	1.5	6.3	6.2	7.4
沉淀完全的 pH	2.8	8.3	8.2	9.4

回答下列问题：

- （1）焙烧过程中主要反应的化学方程式为 $2\text{ZnS}+3\text{O}_2\overset{\text{高温}}{=}2\text{ZnO}+2\text{SO}_2$ 。
- （2）滤渣 1 的主要成分除 SiO_2 外还有 PbSO_4 ；氧化除杂工序中 ZnO 的作用是 调节溶液的 pH 到 2.8□6.2 之间，使 Fe^{3+} 完全沉淀，若不通入氧气，其后果是 无法除去溶液中 Fe^{2+} 。
- （3）溶液中的 Cd^{2+} 用锌粉除去，还原除杂工序中反应的离子方程式为 $\text{Cd}^{2+}+\text{Zn}=\text{Cd}+\text{Zn}^{2+}$ 。
- （4）电解硫酸锌溶液制备单质锌时，阴极的电极反应式为 $\text{Zn}^{2+}+2\text{e}^-=\text{Zn}$ ；沉积锌后的电解液可返回 溶浸 工序继续使用。

【考点】U3：制备实验方案的设计.

【分析】焙烧过程中发生的反应有 $2\text{ZnS}+3\text{O}_2\overset{\text{高温}}{=}2\text{ZnO}+2\text{SO}_2$ 、 $4\text{FeS}+7\text{O}_2\overset{\text{高温}}{=}$
 $2\text{Fe}_2\text{O}_3+4\text{SO}_2$ 、 $2\text{PbS}+3\text{O}_2\overset{\text{高温}}{=}2\text{PbO}+2\text{SO}_2$ 、 $2\text{CdS}+3\text{O}_2\overset{\text{高温}}{=}2\text{CdO}+2\text{SO}_2$ ，所以焙烧过程中生成的气体是 SO_2 ；然后加入稀硫酸酸浸， FeS （未焙烧）、 ZnO 、 Fe_2O_3 、 PbO 、 CdO 和稀硫酸反应生成 Fe^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Fe^{3+} 、 PbSO_4 、 Cd^{2+} ，所以滤渣 1 为未反应的 SiO_2 和生成的 PbSO_4 ；氧化除杂时通入氧气，使 Fe^{2+} 转化为 Fe^{3+} ，加入 ZnO 和稀硫酸反应调节溶液的 pH 值，将 Fe^{3+} 转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 而除去 Fe^{3+} ，滤渣 2 为生成的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ；然后向溶液中加入 Zn ， Zn 和 Cd^{2+} 发生氧化还原生成 Cd ，然后过滤得到滤液，滤渣 3 为 Cd ；将滤液电解得到 Zn ；

（1）焙烧过程中 ZnS 、 FeS 、 CdS 、 PbS 都和氧气发生氧化还原反应，但是 ZnS 的反应是主要反应；

（2）滤渣 1 的主要成分除 SiO_2 外还有生成的硫酸铅； ZnO 能和酸反应生成盐和水，从而改变溶液的 pH 值；如果不通入氧气，亚铁离子影响 Zn 的制备；

（3） Cd^{2+} 和 Zn 发生氧化还原反应生成 Cd ；

（4）电解硫酸锌溶液制备单质锌时，阴极上溶液中 Zn^{2+} 得电子生成 Zn ；沉积锌后的电解液中锌离子浓度降低，可以通过返回溶浸工序继续使用。

【解答】解：焙烧过程中发生的反应有 $2\text{ZnS}+3\text{O}_2\overset{\text{高温}}{=}2\text{ZnO}+2\text{SO}_2$ 、 $4\text{FeS}+7\text{O}_2\overset{\text{高温}}{=}$

$2\text{Fe}_2\text{O}_3+4\text{SO}_2$ 、 $2\text{PbS}+3\text{O}_2\overset{\text{高温}}{=}2\text{PbO}+2\text{SO}_2$ 、 $2\text{CdS}+3\text{O}_2\overset{\text{高温}}{=}2\text{CdO}+2\text{SO}_2$ ，所以焙烧过程中生成的气体是 SO_2 ；然后加入稀硫酸酸浸， FeS （未焙烧）、 ZnO 、 Fe_2O_3 、 PbO 、 CdO 和稀硫酸反应生成 Fe^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Fe^{3+} 、 PbSO_4 、 Cd^{2+} ，所以滤渣 1 为未反应的 SiO_2 和生成的 PbSO_4 ；氧化除杂时通入氧气，使 Fe^{2+} 转化为 Fe^{3+} ，加入 ZnO 和稀硫酸反应调节溶液的 pH 值，将 Fe^{3+} 转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 而除去 Fe^{3+} ，滤渣 2 为生成的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ；然后向溶液中加入 Zn ， Zn 和 Cd^{2+} 发生氧化还原生成 Cd ，然后过滤得到滤液，滤渣 3 为 Cd ；将滤液电解得到 Zn ；

（1）焙烧过程中 ZnS 、 FeS 、 CdS 、 PbS 都和氧气发生氧化还原反应，但是 ZnS 的反应是主要反应，所以其主要方程式为 $2\text{ZnS}+3\text{O}_2\overset{\text{高温}}{=}2\text{ZnO}+2\text{SO}_2$ ，

故答案为： $2\text{ZnS}+3\text{O}_2\overset{\text{高温}}{=}2\text{ZnO}+2\text{SO}_2$ ；

（2）滤渣 1 的主要成分除 SiO_2 外还有 PbO 和稀硫酸生成的沉淀 PbSO_4 ； ZnO 能和酸反应生成盐和水，从而改变溶液的 pH 值，使溶液的 pH 调节在 2.8□6.2 之间，从而 Fe^{3+} 将转化为沉淀除去 Fe^{3+} ； Fe^{2+} 、 Zn^{2+} 开始沉淀、完全沉淀的 pH 相近，如果不通入氧气， Fe^{2+} 不能完全除去而影响 Zn 的制备，

故答案为： PbSO_4 ；调节溶液的 pH 到 2.8□6.2 之间，使 Fe^{3+} 完全沉淀；无法除去溶液中 Fe^{2+} ；

（3） Cd^{2+} 和 Zn 发生氧化还原反应生成 Cd ，离子方程式为 $\text{Cd}^{2+}+\text{Zn}=\text{Cd}+\text{Zn}^{2+}$ ，

故答案为： $\text{Cd}^{2+}+\text{Zn}=\text{Cd}+\text{Zn}^{2+}$ ；

（4）电解硫酸锌溶液制备单质锌时，阴极上溶液中 Zn^{2+} 得电子生成 Zn ，电极反应式为 $\text{Zn}^{2+}+2\text{e}^-=\text{Zn}$ ；沉积锌后的电解液中锌离子浓度降低，可以通过返回溶浸工序继续使用，从而减少资源浪费，

故答案为： $\text{Zn}^{2+}+2\text{e}^-=\text{Zn}$ ；溶浸。

【点评】本题考查物质制备，综合性较强，涉及物质分离提纯、电解原理、氧化还原反应、方程式的书写等知识点，明确流程图中各物质的性质、发生的反应及物质分离提纯方法是解本题关键，知道每一步的目的及原理，题目难度中等。

9. （14 分） $\text{CH}_4\text{□CO}_2$ 的催化重整不仅可以得到合成气（ CO 和 H_2 ），还对温室气体的减排具有重要意义。回答下列问题：

（1） $\text{CH}_4\text{□CO}_2$ 催化重整反应为： $\text{CH}_4(\text{g})+\text{CO}_2(\text{g})\text{═}2\text{CO}(\text{g})+2\text{H}_2(\text{g})$ 。

已知： $\text{C(s)} + 2\text{H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{CH}_4\text{(g)}$ $\Delta H = -75\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
 $\text{C(s)} + \text{O}_2\text{(g)} = \text{CO}_2\text{(g)}$ $\Delta H = -394\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
 $\text{C(s)} + \frac{1}{2}\text{O}_2\text{(g)} = \text{CO(g)}$ $\Delta H = -111\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
该催化重整反应的 $\Delta H = +247\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。有利于提高 CH_4 平衡转化率的条件是 A（填标号）。

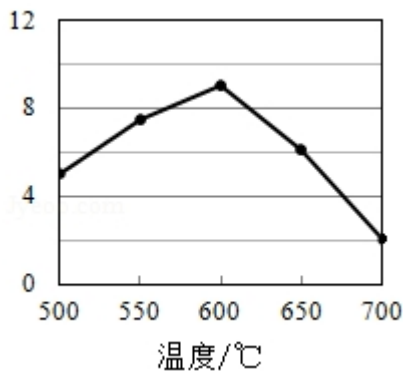
A. 高温低压 B. 低温高压 C. 高温高压 D. 低温低压
某温度下，在体积为 2L 的容器中加入 2mol CH_4 、1mol CO_2 以及催化剂进行重整反应，达到平衡时 CO_2 的转化率是 50%，其平衡常数为 $\frac{1}{3}\text{mol}^2\cdot\text{L}^{-2}$ 。

(2) 反中催化剂活性会因积碳反应而降低，同时存在的消碳反应则使积碳碳量减少。相关数据如下表：

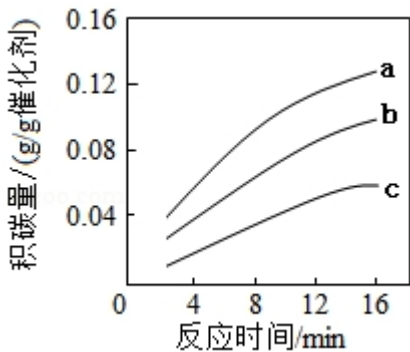
		积碳反应 $\text{CH}_4\text{(g)} \rightleftharpoons \text{C(s)} + 2\text{H}_2\text{(g)}$	消碳反应 $\text{CO}_2\text{(g)} + \text{C(s)} \rightleftharpoons 2\text{CO(g)}$
$\Delta H/(\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1})$		75	172
活化能/ $(\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1})$	催化剂 X	33	91
	催化剂 Y	43	72

①由上表判断，催化剂 X 劣于 Y（填“优于或劣于”），理由是 催化剂 X 较催化剂 Y，积碳反应时，活化能低，反应速率快，消碳反应时，活化能高，反应速率慢，综合考虑，催化剂 X 较催化剂 Y 更利于积碳反应，不利于消碳反应，会降低催化剂活性。在反应进料气组成，压强及反应时间相同的情况下，某催化剂表面的积碳量随温度的变化关系如右图所示。升高温度时，下列关于积碳反应，消碳反应的平衡常数（K）和速率（v）的叙述正确的是 AD（填标号）。

- A. $K_{\text{积}}$ 、 $K_{\text{消}}$ 均增加
B. $V_{\text{积}}$ 减小、 $V_{\text{消}}$ 增加
C. $K_{\text{积}}$ 减小、 $K_{\text{消}}$ 增加
D. $V_{\text{消}}$ 增加的倍数比 $V_{\text{积}}$ 增加的倍数大



②在一定温度下，测得某催化剂上沉积碳的生成速率方程为 $v = k \cdot p(\text{CH}_4) \cdot [p(\text{CO}_2)]^{-0.5}$ （k 为速率常数）。在 $p(\text{CH}_4)$ 一定时，不同 $p(\text{CO}_2)$ 下积碳量随时间的变化趋势如图所示，则 $P_a(\text{CO}_2)$ 、 $P_b(\text{CO}_2)$ 、 $P_c(\text{CO}_2)$ 从大到小的顺序为 $p_c(\text{CO}_2) > p_b(\text{CO}_2) > p_a(\text{CO}_2)$ 。



【考点】CP：化学平衡的计算.

【专题】51E：化学平衡专题.

【分析】(1) ① $\text{C(s)} + 2\text{H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{CH}_4\text{(g)}$ $\Delta H = -75\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

② $\text{C(s)} + \text{O}_2\text{(g)} = \text{CO}_2\text{(g)}$ $\Delta H = -394\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

③ $\text{C(s)} + \frac{1}{2}\text{O}_2\text{(g)} = \text{CO(g)}$ $\Delta H = -111\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

将方程式 $2 \times ③ - ① - ②$ 得 $\text{CH}_4\text{(g)} + \text{CO}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{CO(g)} + 2\text{H}_2\text{(g)}$ ， ΔH 进行相应的改变；
要提高 CH_4 平衡转化率应该使平衡正向移动，但是不能通过增大甲烷浓度实现；
达到平衡时 CO_2 的转化率是 50%，根据方程式知，参加反应的 $n(\text{CO}_2) = n(\text{CH}_4) = 1\text{mol} \times 50\% = 0.5\text{mol}$ ，生成的 $n(\text{CO}) = n(\text{H}_2) = 1\text{mol}$ ，
该化学反应 $\text{CH}_4\text{(g)} + \text{CO}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{CO(g)} + 2\text{H}_2\text{(g)}$ ，
开始 (mol/L) 1 0.5 0 0

反应 (mol/L)	0.25	0.25	0.5	0.5
平衡 (mol/L)	0.75	0.25	0.5	0.5

化学平衡常数 $K=\frac{c^2(CO) \cdot c^2(H_2)}{c(CH_4) \cdot c(CO_2)}$;

(2) ①消碳反应越容易发生，催化剂活性越好，消碳反应所需活化能越低，消碳反应越容易进行；

- A. 积碳反应和消碳反应的正反应都是吸热反应，升高温度平衡向吸热方向移动；
 B. 升高温度所有的化学反应速率都增大；
 C. 积碳反应和消碳反应的正反应都是吸热反应，升高温度平衡向吸热方向移动；
 D. 积碳量达到最大值以后再升高温度积碳量降低，V_消增加的倍数比 V_积增加的倍数大；

②在一定温度下，相同时间内，沉积的碳越多，则沉积碳生成速率越快，根据 $v=k \cdot p(CH_4) \cdot [p(CO_2)]^{-0.5}$ (k 为速率常数) 知，p(CH₄) 一定时，沉积碳生成速率与二氧化碳压强成反比。

【解答】解： (1) ①C (s) +2H₂ (g) ═CH₄ (g) ΔH=□75kJ•mol^{□1}

②C (s) +O₂ (g) =CO₂ (g) ΔH=□394kJ•mol^{□1}

③C (s) + $\frac{1}{2}$ O₂ (g) =CO (g) ΔH=□111kJ•mol^{□1}

将方程式 2③□①□②得 CH₄ (g) +CO₂ (g) ═2CO (g) +2H₂ (g) ， ΔH=2 (□111kJ•mol^{□1}) □ (□75kJ•mol^{□1}) □ (□394kJ•mol^{□1}) =+247kJ/mol；

要提高 CH₄ 平衡转化率应该使平衡正向移动，但是不能通过增大甲烷浓度实现，该反应的正反应是一个反应前后气体体积增加的吸热反应，升高温度、减小压强能使平衡正向移动，增大甲烷转化率，

达到平衡时 CO₂ 的转化率是 50%，根据方程式知，参加反应的 n (CO₂) =n (CH₄) =1mol×50%=0.5mol，生成的 n (CO) =n (H₂) =1mol，

该化学反应 CH₄ (g) +CO₂ (g) ═2CO (g) +2H₂ (g) ，

开始 (mol/L)	1	0.5	0	0
反应 (mol/L)	0.25	0.25	0.5	0.5
平衡 (mol/L)	0.75	0.25	0.5	0.5

化学平衡常数 $K=\frac{c^2(CO) \cdot c^2(H_2)}{c(CH_4) \cdot c(CO_2)}=\frac{0.5^2 \times 0.5^2}{0.75 \times 0.25}=\frac{1}{3}$;

故答案为：+247；高温低压； $\frac{1}{3}$ ；

(2) ①根据表中数据知，催化剂 X 较催化剂 Y，积碳反应时，活化能低，反应速率快，消碳反应时，活化能高，反应速率慢，综合考虑，催化剂 X 较催化剂 Y 更利于积碳反应，不利于消碳反应，会降低催化剂活性；

- A. 积碳反应和消碳反应的正反应都是吸热反应，升高温度平衡正向移动，则 K_积、K_消均增加，故正确；
 B. 升高温度化学反应速率都增大，V_积增加、V_消增加，故错误；
 C. 积碳反应和消碳反应的正反应都是吸热反应，升高温度平衡正向移动，则 K_积、K_消均增加，故错误；
 D. 积碳量达到最大值以后再升高温度积碳量降低，V_消增加的倍数比 V_积增加的倍数大，故正确；

所以选 AD；

故答案为：劣于；催化剂 X 较催化剂 Y，积碳反应时，活化能低，反应速率快，消碳反应时，活化能高，反应速率慢，综合考虑，催化剂 X 较催化剂 Y 更利于积碳反应，不利于消碳反应，会降低催化剂活性；

AD；

②在一定温度下，相同时间内，沉积的碳越多，则沉积碳生成速率越快，根据 $v=k \cdot p(CH_4) \cdot [p(CO_2)]^{-0.5}$ (k 为速率常数) 知，p(CH₄) 一定时，沉积碳生成速率与二氧化碳压强成反比，根据图知，积碳量 a>b>c，则 p_c (CO₂) >p_b (CO₂) >p_a (CO₂) ，

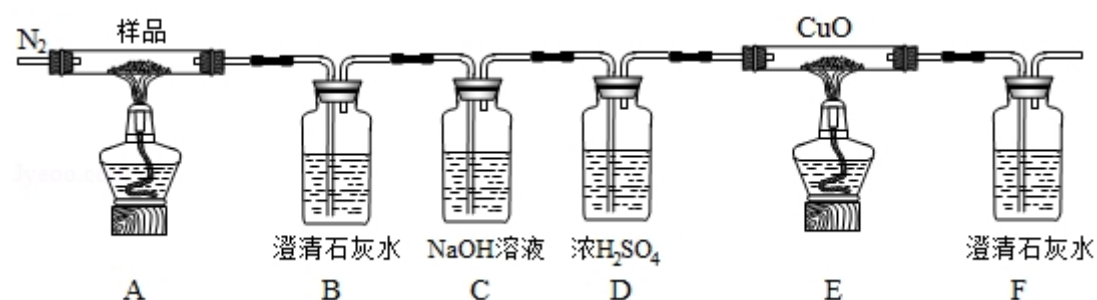
故答案为：p_c (CO₂) >p_b (CO₂) >p_a (CO₂) 。

【点评】 本题考查化学反应原理，涉及盖斯定律、化学平衡计算、外界条件对化学平衡影响等知识点，侧重考查学生分析、推断及图象分析能力，正确理解题给信息及出题人目的是解本题关键，难点是 (2) 题分析解答。

10. (15 分) K₃[Fe (C₂O₄) ₃]•3H₂O (三草酸合铁酸钾) 为亮绿色晶体，可用于晒制蓝图，回答下列问题：

(1) 晒制蓝图时, 用 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 作感光剂, 以 $\text{K}_3\text{Fe}[(\text{CN})_6]$ 溶液为显色剂。其光解反应的化学方程式为 $2\text{K}_3[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3] \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{FeC}_2\text{O}_4 + 3\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{CO}_2\uparrow$; 显色反应的化学方程式为 $3\text{FeC}_2\text{O}_4 + 2\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] = \text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2\downarrow + 3\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 。

(2) 某小组为探究三草酸合铁酸钾的热分解产物, 按如图所示装置进行实验。



- ①通入氮气的目的是 排出装置中原有空气, 避免 O_2 和 CO_2 干扰实验, 同时用 N_2 把装置 A、E 中反应生成的气体排出进行后续检验。
- ②实验中观察到装置 B、F 中澄清石灰水均变浑浊, 装置 E 中固体变为红色, 由此判断热分解产物中一定含有 CO 、 CO_2 。
- ③为防止倒吸, 停止实验时应进行的操作是 先关闭 A、E 中的酒精灯, 冷却后再停止通入 N_2 。
- ④样品完全分解后, 装置 A 中的残留物含有 FeO 和 Fe_2O_3 , 检验 Fe_2O_3 存在的方法是: 取少量装置 A 中残留物放入试管中, 加入稀硫酸溶解, 再滴加几滴 KSCN 溶液, 若观察到溶液变红, 则证明 A 中残留物中含 Fe_2O_3 。

(3) 测定三草酸合铁酸钾中铁的含量。

- ①称量 $m\text{g}$ 样品于锥形瓶中, 溶解后加稀 H_2SO_4 酸化, 用 $c\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{KMnO}_4$ 溶液滴定至终点。滴定终点的现象是 当滴入最后一滴滴入后, 溶液变成浅红色, 且半分钟内不褪色。
- ②向上述溶液中加入过量锌粉至反应完全后, 过滤、洗涤, 将滤液及洗涤液全部收集到锥形瓶中。加稀 H_2SO_4 酸化, 用 $c\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{KMnO}_4$ 溶液滴定至终点, 消耗 KMnO_4 溶液 $V\text{mL}$ 。该晶体中铁的质量分数的表达式为 $\frac{5 \times cV \times 56}{m \times 1000} \times 100\%$ 或 $\frac{7cV}{25m} \times 100\%$ (或 $\frac{28cV}{m}\%$)。

【考点】 5C: 物质的量浓度的相关计算; RD: 探究物质的组成或测量物质的含量。

【分析】 (1) 显色过程是 FeC_2O_4 中的亚铁离子与 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ 结合成蓝色沉淀, 据此写出该后

续方程式; (2) ①反应开始前通氮气, 可排净装置中空气, 以免氧气、二氧化碳对实验干扰, 同时把装置 A、E 中反应生成的气体排出;

②B 中澄清石灰水变浑浊证明含有二氧化碳, E 中固体变红、F 中澄清石灰水变浑浊证明分解产物中有一氧化碳;

③为避免倒吸, 需先关闭反应装置中的酒精灯, 冷却后再停止通入 N_2 ;

④检验 Fe_2O_3 , 需将 Fe_2O_3 转化成铁离子, 再用硫氰化钾进行检验;

(3) ①用 KMnO_4 溶液滴定亚铁离子, 滴定终点溶液变成浅红色;

②根据 $n=cV$ 计算出消耗高锰酸根离子的物质的量, 根据化合价升降相等可得反应关系式 $5\text{Fe}^{2+} \sim \text{MnO}_4^-$, 则 $n(\text{Fe}^{2+}) = 5n(\text{MnO}_4^-)$, 然后根据 $m=nM$ 计算出样品中含有铁元素的质量, 最后根据 $\frac{m(\text{Fe}^{2+})}{m_{\text{样品}}} \times 100\%$ 计算。

【解答】 解: (1) 显色过程是 FeC_2O_4 中的亚铁离子与 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ 结合成蓝色沉淀的反应, 该反应的化学方程式为: $3\text{FeC}_2\text{O}_4 + 2\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] = \text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2\downarrow + 3\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$,

故答案为: $3\text{FeC}_2\text{O}_4 + 2\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] = \text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2\downarrow + 3\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$; (2) ①在反应开始前通入 N_2 , 可排净装置中的空气, 以免 O_2 和 CO_2 对实验干扰, 同时用 N_2 把装置 A、E 中反应生成的气体排出进行后续检验,

故答案为: 排出装置中原有空气, 避免 O_2 和 CO_2 干扰实验, 同时用 N_2 把装置 A、E 中反应生成的气体排出进行后续检验;

②B 中澄清石灰水变浑浊证明分解产物中一定含有 CO_2 , E 中固体变红、F 中澄清石灰水变浑浊证明分解产物中有还原性气体 CO ,

故答案为: CO ; CO_2 ;

③为防止倒吸, 需要先关闭反应装置中的酒精灯, 冷却至常温过程中需保持一直通入 N_2 ,

故答案为: 先关闭 A、E 中的酒精灯, 冷却后再停止通入 N_2 ;

④检验固体中是否存在 Fe_2O_3 , 需将 Fe_2O_3 转化成铁离子, 再用硫氰化钾进行检验, 操作方法为: 取少量装置 A 中残留物放入试管中, 加入稀硫酸溶解, 再滴加几滴 KSCN 溶液, 若观察到溶液变红, 则证明 A 中残留物中含 Fe_2O_3 ,

故答案为: 取少量装置 A 中残留物放入试管中, 加入稀硫酸溶解, 再滴加几滴 KSCN 溶液, 若观察到溶液变红, 则证明 A 中残留物中含 Fe_2O_3 ;

(3) ①用 KMnO_4 溶液滴定亚铁离子，滴定终点溶液变成浅红色，则滴定终点为：当滴入最后一滴滴入后，溶液变成浅红色，且半分钟内不褪色，

故答案为：当滴入最后一滴滴入后，溶液变成浅红色，且半分钟内不褪色；

②用 $\text{cmol}\cdot\text{L}^{-1}\text{KMnO}_4$ 溶液滴定至终点，消耗 KMnO_4 溶液 $V\text{mL}$ ，消耗 MnO_4^- 的物质的量为： n

$$(\text{MnO}_4^-) = \text{cmol/L} \times \frac{V}{1000} \text{L} = \frac{cV}{1000} \text{mol},$$

根据化合价升降相等可得反应关系式： $5\text{Fe}^{2+} \sim \text{MnO}_4^-$ ，

$$\text{则 } n(\text{Fe}^{2+}) = 5n(\text{MnO}_4^-) = 5 \times \frac{cV}{1000} \text{mol}, \quad m(\text{Fe}^{2+}) = 56\text{g/mol} \times 5 \times \frac{cV}{1000} \text{mol},$$

$$\text{所以铁的质量分数} = \frac{5 \times \frac{cV}{1000} \text{mol} \times 56\text{g/mol}}{m} \times 100\% = \frac{5 \times cV \times 56}{m \times 1000} \times 100\% \text{ 或 } \frac{7cV}{25m} \times 100\% \text{ (或 } \frac{28cV}{m} \%) \text{),}$$

$$\text{故答案为: } \frac{5 \times cV \times 56}{m \times 1000} \times 100\% \text{ 或 } \frac{7cV}{25m} \times 100\% \text{ (或 } \frac{28cV}{m} \%)$$

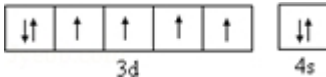
【点评】 本题考查探究物质组成、测量物质含量，题目难度较大，明确实验原理、实验目的为解答关键，注意掌握常见元素及其化合物性质，试题知识点较多、综合性较强，充分考查了学生的分析、理解能力及综合应用能力。

[化学一选修 3：物质结构与性质] (15 分)

11. (15 分) 硫及其化合物有许多用途。相关物质的物理常数如表所示：

	H_2S	S_8	FeS_2	SO_2	SO_3	H_2SO_4
熔点/ $^{\circ}\text{C}$	-85.5	115.2	>600 (分解)	-75.5	16.8	10.3
沸点/ $^{\circ}\text{C}$	-60.3	444.6		10.0	45.0	337.0

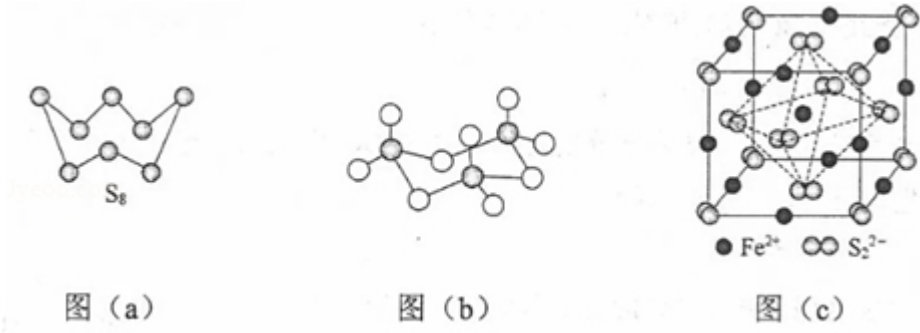
回答下列问题：

(1) 基态 Fe 原子价层电子的电子排布图 (轨道表达式) 为 ，基态 S 原子电子占据最高能级的电子云轮廓图为 哑铃 形。

(2) 根据价层电子对互斥理论， H_2S ， SO_2 ， SO_3 的气态分子中，中心原子价层电子对数不同于其他分子的是 H_2S 。

(3) 图 (a) 为 S_8 的结构，其熔点和沸点要比二氧化硫的熔点和沸点高很多，主要原因为 S_8 与

SO_2 都是分子晶体， S_8 相对分子质量比 SO_2 大， S_8 的分子间作用力大于 SO_2 ，所以熔沸点 $\text{S}_8 > \text{SO}_2$ 。



(4) 气态三氧化硫以单分子形式存在，其分子的立体构型为 平面三角 形，其中共价键的类型有 2 种；固体三氧化硫中存在如图 (b) 所示的三聚分子。该分子中 S 原子的杂化轨道类型为 sp^3 。

(5) FeS_2 晶体的晶胞如图 (c) 所示，晶胞边长为 $a\text{nm}$ ， FeS_2 相对式量为 M 、阿伏加德罗常数的

值为 N_A ，其晶体密度的计算表达式为 $\frac{\frac{M}{N_A} \times 4}{(a \times 10^{-7})^3} \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ；晶胞中 Fe^{2+} 位于 S_2^{2-} 所形成的八面体的体心，该正八面体的边长为 $\frac{\sqrt{2}}{2}a$ nm。

【考点】 86：原子核外电子排布；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) 基态 Fe 原子价层电子为其 3d、4s 能级上电子；

基态 S 原子电子占据的能级有 1s、2s、2p、3s、3p，最高能级为 3p，其电子云轮廓图为哑铃形；

(2) H_2S 中 S 原子价层电子对个数 $= 2 + \frac{6-2 \times 1}{2} = 4$ 、 SO_2 中 S 原子价层电子对个数 $= 2 + \frac{6-2 \times 2}{2} = 3$ 、 SO_3 中 S 原子价层电子对个数 $= 3 + \frac{6-3 \times 2}{2} = 3$ ；

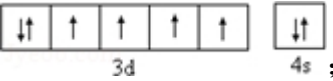
(3) S_8 、 SO_2 都分子晶体，分子晶体熔沸点与其分子间作用力成正比，分子间作用力与其相对分子质量成正比；

(4) SO_3 中 S 原子价层电子对个数 $= 3 + \frac{6-3 \times 2}{2} = 3$ ，且不含孤电子对，根据价层电子对互斥理论判

断其空间构型；该分子中 S \square O 原子之间存在共价键；该分子中每个 S 原子价层电子对个数都是 4，根据价层电子对互斥理论判断 S 原子杂化类型；

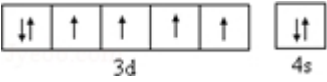
(5) 晶胞边长为 $a\text{nm}=a\times 10^{-7}\text{cm}$ ，晶胞体积= $(a\times 10^{-7}\text{cm})^3$ ，该晶胞中 Fe^{2+} 个数= $1+12\times\frac{1}{4}=4$ ， S_2^{2-} 个数= $8\times\frac{1}{8}+6\times\frac{1}{2}=4$ ，其晶体密度= $\frac{m}{V}$ ；晶胞中 Fe^{2+} 位于 S_2^{2-} 所形成的八面体的体心，该正八面体的边长为每个面对角线长度的一半。

【解答】解：（1）基态 Fe 原子的核外价电子排布式为 $[\text{Ar}]3d^64s^2$ ，基态 Fe 原子价层电子为其



3d、4s 能级上电子，则基态 Fe 原子的核外价电子排布图为

基态 S 原子电子占据的能级有 1s、2s、2p、3s、3p，最高能级为 3p，其电子云轮廓图为哑铃形，



故答案为：哑铃；

(2) H_2S 中 S 原子价层电子对个数= $2+\frac{6-2\times 1}{2}=4$ 、 SO_2 中 S 原子价层电子对个数= $2+\frac{6-2\times 2}{2}=3$ 、

SO_3 中 S 原子价层电子对个数= $3+\frac{6-3\times 2}{2}=3$ ，中心原子价层电子对数不同于其他分子的是

H_2S ，

故答案为： H_2S ；

(3) S_8 、 SO_2 都分子晶体，分子晶体熔沸点与其分子间作用力成正比，分子间作用力与其相对分子质量成正比， S_8 相对分子质量大于 SO_2 ，所以分子间作用力 S_8 大于 SO_2 ，导致熔沸点 S_8 大于 SO_2 ，

故答案为： S_8 与 SO_2 都是分子晶体， S_8 相对分子质量比 SO_2 大， S_8 的分子间作用力大于 SO_2 ，所以熔沸点 $\text{S}_8>\text{SO}_2$ ；

(4) SO_3 中 S 原子价层电子对个数= $3+\frac{6-3\times 2}{2}=3$ ，且不含孤电子对，根据价层电子对互斥理论判

断其空间构型为平面正三角形；该分子中 S \square O 原子之间存在 σ 和离域大 π 键，所以共价键类型 2 种；该分子中每个 S 原子价层电子对个数都是 4，根据价层电子对互斥理论判断 S 原子杂化类型为 sp^3 ，

故答案为：平面正三角；2； sp^3 ；

(5) 晶胞边长为 $a\text{nm}=a\times 10^{-7}\text{cm}$ ，晶胞体积= $(a\times 10^{-7}\text{cm})^3$ ，该晶胞中 Fe^{2+} 个数= $1+12\times\frac{1}{4}=4$ ，

S_2^{2-} 个数= $8\times\frac{1}{8}+6\times\frac{1}{2}=4$ ，其晶体密度= $\frac{m}{V}=\frac{\frac{M}{N_A}\times 4}{(a\times 10^{-7})^3}\text{g/cm}^3$ ；晶胞中 Fe^{2+} 位于 S_2^{2-} 所形成的八

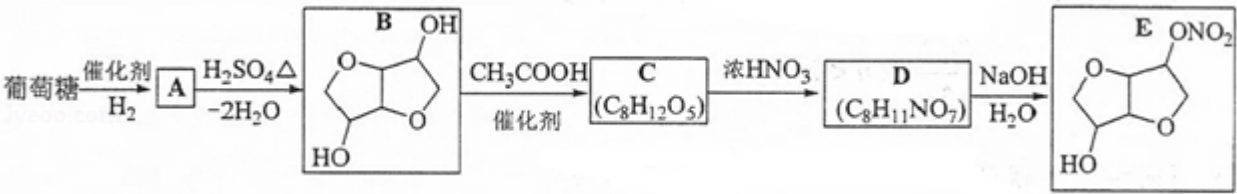
面体的体心，该正八面体的边长为每个面对角线长度的一半= $\frac{1}{2}\times\sqrt{2}a\text{nm}=\frac{\sqrt{2}}{2}a\text{nm}$ ，

故答案为： $\frac{\frac{M}{N_A}\times 4}{(a\times 10^{-7})^3}$ ； $\frac{\sqrt{2}}{2}a$ 。

【点评】本题考查物质结构和性质，涉及晶胞计算、微粒空间构型判断、原子核外电子排布等知识点，侧重考查学生分析判断、公式的正确运用及空间想像能力，难点是晶胞计算，注意均摊分在晶胞中的灵活运用及 nm 与 cm 之间的换算。

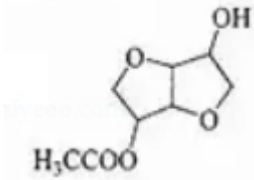
[化学一选修 5：有机化学基础]（15 分）

12. 以葡萄糖为原料制得的山梨醇（A）和异山梨醇（B）都是重要的生物质转化平台化合物。E 是一种治疗心绞痛的药物。由葡萄糖为原料合成 E 的路线如下：

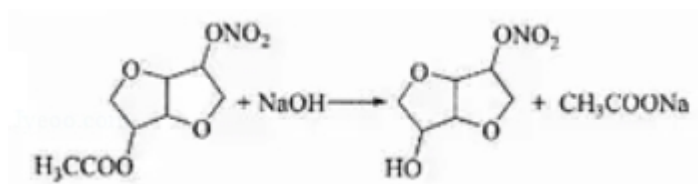


回答下列问题：

- （1）葡萄糖的分子式为 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 。
- （2）A 中含有的官能团的名称为 羟基。
- （3）由 B 到 C 的反应类型为 酯化反应或取代反应。



（4）C 的结构简式为 H_3CCOO 。



(5) 由 D 到 E 的反应方程式为_____。

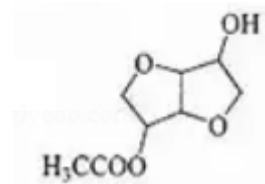
(6) F 是 B 的同分异构体，7.30g 的 F 与足量饱和碳酸氢钠反应可释放出 2.24L 二氧化碳（标准状况），F 的可能结构共有 9 种（不考虑立体异构）；其中核磁共振氢谱为三组峰，峰面积

比为 3：1：1 的结构简式为 。

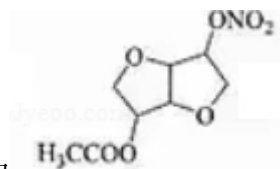
【考点】HC：有机物的合成。

【专题】534：有机物的化学性质及推断。

【分析】葡萄糖和氢气发生加成反应生成 A 为 $\text{HOCH}_2(\text{CHOH})_4\text{CH}_2\text{OH}$ ，A 发生消去反应生成 B，B 和乙酸反应生成 C，根据 C 分子式知，B 中一个羟基发生酯化反应，C 结构简式为



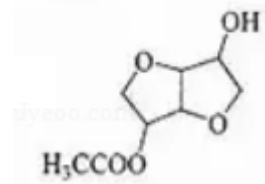
，根据 D 分子式知，生成 D 的反应为取代反应，D 发生水解反应生成 E，



根据 E 结构简式知，D 为

，结合题目分析解答。

【解答】解：葡萄糖和氢气发生加成反应生成 A 为 $\text{HOCH}_2(\text{CHOH})_4\text{CH}_2\text{OH}$ ，A 发生消去反应生成 B，B 和乙酸反应生成 C，根据 C 分子式知，B 中一个羟基发生酯化反应，C 结构简式为



，根据 D 分子式知，生成 D 的反应为取代反应，D 发生水解反应生成 E，

根据 E 结构简式知，D 为 ，

(1) 葡萄糖的分子式为 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ，

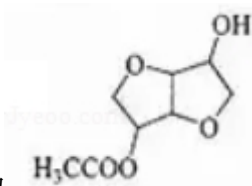
故答案为： $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ；

(2) A 为 $\text{HOCH}_2(\text{CHOH})_4\text{CH}_2\text{OH}$ ，A 中含有的官能团的名称为羟基，

故答案为：羟基；

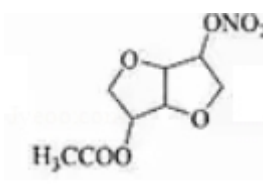
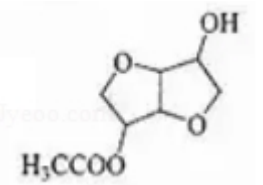
(3) 由 B 到 C 的反应类型为取代反应或酯化反应，

故答案为：取代反应或酯化反应；

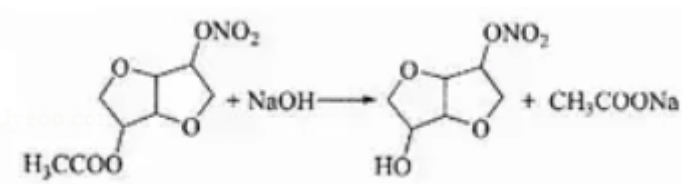


(4) C 的结构简式为 _____，

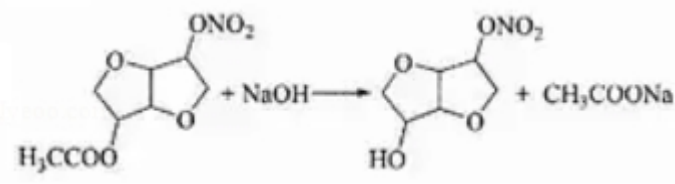
故答案为：_____；



(5) D 为 _____，D 发生水解反应生成 E，由 D 到 E 的反应方程式为



故答案为：_____；




(6) F 是 B 的同分异构体，B 的相对分子质量为 146，7.30g 的 F 物质的量 = $\frac{7.30\text{g}}{146\text{g/mol}} = 0.05\text{mol}$ ，

生成 $n(\text{CO}_2) = \frac{2.24\text{L}}{22.4\text{L/mol}} = 0.1\text{mol}$ ，说明该分子中含有 2 个 $\square\text{COOH}$ ，B 的分子式为

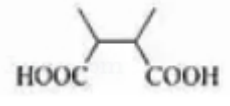
$\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_4$ ，B 的不饱和度 $= \frac{6 \times 2 + 2 - 10}{2} = 2$ ，2 个 $\square\text{COOH}$ 的不饱和度是 2，说明 F 中不含碳碳不饱

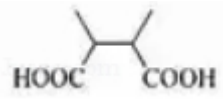
和键和环，

如果剩余碳链结构为 $\text{C}\square\text{C}\square\text{C}\square\text{C}$ ，羧基排放方式有 6 种；

如果剩余碳链结构为 ，羧基排放方式有 3 种，

所以符合条件的同分异构体有 9 种；

其中核磁共振氢谱为三组峰，峰面积比为 3：1：1 的结构简式为 ，

故答案为：9； 。

【点评】 本题考查有机物推断，侧重考查学生分析、推断能力，涉及物质推断、官能团判断、反应类型判断、同分异构体种类判断等知识点，明确有机物官能团及其性质关系是解本题关键，难点是同分异构体种类判断。