

2019 年普通高等学校招生全国统一考试·全国 II 卷

理科综合(化学部分)

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。

7. “春蚕到死丝方尽，蜡炬成灰泪始干”是唐代诗人李商隐的著名诗句，下列关于该诗句中所涉及物质的说法错误的是( )

- A. 蚕丝的主要成分是蛋白质
- B. 蚕丝属于天然高分子材料
- C. “蜡炬成灰”过程中发生了氧化反应
- D. 古代的蜡是高级脂肪酸酯，属于高分子聚合物

答案 D

解析 蚕丝的主要成分是蛋白质，A 项正确；蚕丝属于天然高分子化合物，B 项正确；“蜡炬成灰”是指蜡烛燃烧，这属于氧化反应，C 项正确；在古代蜡烛通常由动物油脂制成，动物油脂的主要成分为高级脂肪酸酯，其不属于高分子聚合物，D 项错误。

8. 已知  $N_A$  是阿伏加德罗常数的值，下列说法错误的是( )

- A. 3 g  $^3\text{He}$  含有的中子数为  $1N_A$
- B. 1 L  $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  磷酸钠溶液含有的  $\text{PO}_4^{3-}$  数目为  $0.1N_A$
- C. 1 mol  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  被还原为  $\text{Cr}^{3+}$  转移的电子数为  $6N_A$
- D. 48 g 正丁烷和 10 g 异丁烷的混合物中共价键数目为  $13N_A$

答案 B

解析 3 g  $^3\text{He}$  的物质的量为 1 mol，每个  $^3\text{He}$  含 1 个中子，则 1 mol  $^3\text{He}$  含 1 mol 中子，A 项正确；该溶液中含 0.1 mol  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ，由于部分  $\text{PO}_4^{3-}$  水解，故溶液中  $\text{PO}_4^{3-}$  的数目小于  $0.1N_A$ ，B 项错误； $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  中 Cr 元素为 +6 价，1 mol  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  被还原成  $\text{Cr}^{3+}$  时，得到 6 mol 电子，C 项正确；正丁烷和异丁烷互为同分异构体，每个分子

中均含 10 个 C—H 键和 3 个 C—C 键，即每个分子中含 13 个共价键，则 48 g 正丁烷和 10 g 异丁烷的混合物中含 13 mol 共价键，D 项正确。

9. 今年是门捷列夫发现元素周期律 150 周年。如表是元素周期表的一部分，W、X、Y、Z 为短周期主族元素，W 与 X 的最高化合价之和为 8。下列说法错误的是( )

			W
	X	Y	Z

- A. 原子半径：W<X
- B. 常温常压下，Y 单质为固态
- C. 气态氢化物热稳定性：Z<W
- D. X 的最高价氧化物的水化物是强碱

答案 D

解析 原子半径：N<Al，A 项正确；常温常压下，单质硅呈固态，B 项正确；由非金属性：P<N，可知气态氢化物热稳定性： $\text{PH}_3<\text{NH}_3$ ，C 项正确；Al 的最高价氧化物对应的水化物  $\text{Al}(\text{OH})_3$  是典型的两性氢氧化物，并非强碱，D 项错误。

10. 下列实验现象与实验操作不相匹配的是( )

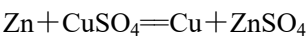
	实验操作	实验现象
A	向盛有高锰酸钾酸性溶液的试管中通入足量的乙烯后静置	溶液的紫色逐渐褪去，静置后溶液分层
B	将镁条点燃后迅速伸入集满 $\text{CO}_2$ 的集气瓶	集气瓶中产生浓烟并有黑色颗粒产生
C	向盛有饱和硫代硫酸钠溶液的试管中滴加稀盐酸	有刺激性气味气体产生，溶液变浑浊
D	向盛有 $\text{FeCl}_3$ 溶液的试管中加过量铁粉，充分振荡后加 1 滴 KSCN 溶液	黄色逐渐消失，加 KSCN 后溶液颜色不变

答案 A

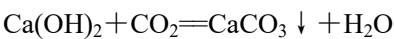
解析 酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液能将乙烯氧化成  $\text{CO}_2$ ，故可以看到溶液的紫色逐渐褪去，但静置后液体不会分层，A 项符合题意；点燃的镁条能在  $\text{CO}_2$  中燃烧，集气瓶中产生浓烟( $\text{MgO}$  颗粒)和黑色颗粒(单质碳)，B 项不符合题意；向盛有饱和  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液的试管中滴加稀盐酸，溶液中发生反应  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{SO}_2 \uparrow + \text{S} \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ ，有刺激性气味气体产生，溶液变浑浊，C 项不符合题意；向  $\text{FeCl}_3$  溶液中加入过量铁粉，发生反应  $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$ ，可以看到溶液中黄色逐渐消失，加入 KSCN 后，溶液颜色不发生变化，D 项不符合题意。

11. 下列化学方程式中，不能正确表达反应颜色变化的是( )

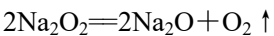
A. 向  $\text{CuSO}_4$  溶液中加入足量 Zn 粉，溶液蓝色消失



B. 澄清的石灰水久置后出现白色固体



C.  $\text{Na}_2\text{O}_2$  在空气中放置后由淡黄色变为白色

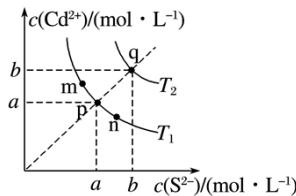


D. 向  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  悬浊液中滴加足量  $\text{FeCl}_3$  溶液出现红褐色沉淀  $3\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{FeCl}_3 = 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{MgCl}_2$

答案 C

解析  $\text{CuSO}_4$  溶液呈蓝色，加入足量 Zn 粉后， $\text{Cu}^{2+}$  被还原为 Cu，溶液变成无色，A 项正确；澄清石灰水在空气中久置能吸收空气中的  $\text{CO}_2$ ，生成  $\text{CaCO}_3$  白色固体，B 项正确； $\text{Na}_2\text{O}_2$  呈淡黄色，在空气中放置后变为白色，是  $\text{Na}_2\text{O}_2$  吸收空气中的  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$  转化成了  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和 NaOH 的缘故，C 项错误；向  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  悬浊液中加入足量  $\text{FeCl}_3$  溶液出现红褐色沉淀，是因为  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  与  $\text{FeCl}_3$  溶液发生复分解反应生成了更难溶的  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ，D 项正确。

12. 绚丽多彩的无机颜料的应用曾创造了古代绘画和彩陶的辉煌。硫化镉( $\text{CdS}$ )是一种难溶于水的黄色颜料，其在水中的沉淀溶解平衡曲线如图所示。下列说法错误的是( )



A. 图中  $a$  和  $b$  分别为  $T_1$ 、 $T_2$  温度下  $\text{CdS}$  在水中的溶解度

B. 图中各点对应的  $K_{\text{sp}}$  的关系为:  $K_{\text{sp}}(\text{m}) = K_{\text{sp}}(\text{n}) < K_{\text{sp}}(\text{p}) < K_{\text{sp}}(\text{q})$

C. 向 m 点的溶液中加入少量  $\text{Na}_2\text{S}$  固体，溶液组成由 m 沿 mpn 线向 p 方向移动

D. 温度降低时，q 点的饱和溶液的组成由 q 沿 qp 线向 p 方向移动

答案 B

解析  $a$ 、 $b$  分别表示温度为  $T_1$ 、 $T_2$  时溶液中  $\text{Cd}^{2+}$  和  $\text{S}^{2-}$  的物质的量浓度，可间接表示对应温度下  $\text{CdS}$  在水中的溶解度，A 项正确； $K_{\text{sp}}$  只受温度影响，即 m、n、p 三点对应的  $K_{\text{sp}}$  相同，又  $T_1 < T_2$ ，故  $K_{\text{sp}}(\text{m}) = K_{\text{sp}}(\text{n}) = K_{\text{sp}}(\text{p}) < K_{\text{sp}}(\text{q})$ ，B 项错误；向 m 点的溶液中加入少量  $\text{Na}_2\text{S}$  固体，溶液中  $c(\text{S}^{2-})$  增大，温度不变， $K_{\text{sp}}$  不变，则溶液中  $c(\text{Cd}^{2+})$  减小，溶液组成由 m 点沿 mpn 线向 p 方向移动，C 项正确；温度降低时， $\text{CdS}$  的溶解度减小，q 点的饱和溶液的组成由 q 沿 qp 线向 p 方向移动，D 项正确。

13. 分子式为  $\text{C}_4\text{H}_8\text{BrCl}$  的有机物共有(不含立体异构)( )

A. 8 种 B. 10 种 C. 12 种 D. 14 种

答案 C

解析  $\text{C}_4\text{H}_8\text{BrCl}$  可看成是  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  分子中的 2 个 H 被 1 个 Br 和 1 个 Cl 取代得到的产物。 $\text{C}_4\text{H}_{10}$  有正丁烷和异丁烷 2 种，被 Br 和 Cl 取代时，可先确定 Br 的位置，再确定 Cl 的位置。正丁烷的碳骨架结构为  $\overset{4}{\text{C}} - \overset{3}{\text{C}} - \overset{2}{\text{C}} - \overset{1}{\text{C}}$ ，Br 分别取代 1 号碳原子和 2 号碳原子上的氢原子时，Cl 均有 4 种位置关系，异丁烷的碳骨架结构为  $\overset{1}{\text{C}} - \text{C}(\text{CH}_3)_2 - \overset{1}{\text{C}}$ ，Br 分别取代 1 号碳原子和 2 号碳原子上的氢原子时，Cl 分别有 3 种和 1 种位置关系，综上可知  $\text{C}_4\text{H}_8\text{BrCl}$  共有 12 种结构，C 项正确。

二、非选择题：共 58 分。第 26～28 题为必考题，每个试题考生都必须作答。第 35～36 题为选考题，考生根据要求作答。

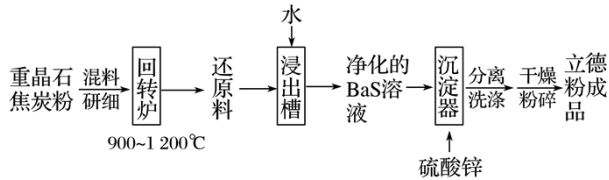
(一)必考题：共 43 分。

26. 立德粉  $\text{ZnS} \cdot \text{BaSO}_4$ (也称锌钡白)，是一种常用白色颜料。回答下列问题：

(1)利用焰色反应的原理既可制作五彩缤纷的节日烟花，亦可定性鉴别某些金属盐。灼烧立德粉样品时，钡的焰色为\_\_\_\_\_ (填标号)。

A. 黄色 B. 红色 C. 紫色 D. 绿色

(2)以重晶石( $\text{BaSO}_4$ )为原料,可按如下工艺生产立德粉:



①在回转炉中重晶石被过量焦炭还原为可溶性硫化钡,该过程的化学方程式为\_\_\_\_\_。

回转炉尾气中含有有毒气体,生产上可通过水蒸气变换反应将其转化为  $\text{CO}_2$  和一种清洁能源气体,该反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

②在潮湿空气中长期放置的“还原料”,会逸出臭鸡蛋气味的气体,且水溶性变差,其原因是“还原料”表面生成了难溶于水的\_\_\_\_\_ (填化学式)。

③沉淀器中反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。

(3)成品中  $\text{S}^{2-}$  的含量可以用“碘量法”测得。称取  $m\text{ g}$  样品,置于碘量瓶中,移取  $25.00\text{ mL } 0.100\text{ 0 mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{I}_2\text{-KI}$  溶液于其中,并加入乙酸溶液,密闭,置暗处反应  $5\text{ min}$ ,有单质硫析出。以淀粉为指示剂,过量的  $\text{I}_2$  用  $0.100\text{ 0 mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液滴定,反应式为  $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightleftharpoons 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ 。测定时消耗  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液体积  $V\text{ mL}$ 。终点颜色变化为\_\_\_\_\_,样品中  $\text{S}^{2-}$  的含量为\_\_\_\_\_ (写出表达式)。

答案 (1)D (2)① $\text{BaSO}_4 + 4\text{C} \rightleftharpoons \text{BaS} + 4\text{CO} \uparrow$

$\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$  ② $\text{BaCO}_3$  ③ $\text{S}^{2-} + \text{Ba}^{2+} + \text{Zn}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{ZnS} \cdot \text{BaSO}_4 \downarrow$


(3)浅蓝色至无色 
$$\frac{(25.00 - \frac{1}{2}V) \times 0.100\text{ 0} \times 32}{m \times 1\text{ 000}} \times 100\%$$



解析 (1)灼烧立德粉样品时钡的焰色为绿色。(2)①由流程图中经浸出槽后得到净化的  $\text{BaS}$  溶液以及回转炉尾气中含有有毒气体可知,在回转炉中  $\text{BaSO}_4$  与过量的焦炭粉反应生成可溶性的  $\text{BaS}$  和  $\text{CO}$ ;生产上可通过水蒸气变换反应除去回转炉中的有毒气体  $\text{CO}$ ,即  $\text{CO}$  与  $\text{H}_2\text{O}$  反应生成  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2$ 。②所得“还原料”的主要成分是  $\text{BaS}$ , $\text{BaS}$  在潮湿空气中长期放置能与空气中的  $\text{H}_2\text{O}$  反应生成具有臭鸡蛋气味的  $\text{H}_2\text{S}$  气体,“还原料”的水溶性变差,表明其表面生成了难溶性的  $\text{BaCO}_3$ 。③结合立德粉的成分可写出沉淀器中  $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  反应生成  $\text{ZnS} \cdot \text{BaSO}_4$  的离子方程式。(3)达到滴定终点时  $\text{I}_2$  完全反应,可观察到溶液颜色由浅蓝色变成无色,且半

分钟内颜色不再发生变化;根据滴定过量的  $\text{I}_2$  消耗  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液的体积和关系式  $\text{I}_2 \sim 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,可得  $n(\text{I}_2)_{\text{过量}} = \frac{1}{2}$



$\times 0.100\text{ 0} V \times 10^{-3}\text{ mol}$ ,再根据关系式  $\text{S}^{2-} \sim \text{I}_2$  可知,  $n(\text{S}^{2-}) = 0.100\text{ 0} \times 25.00 \times 10^{-3}\text{ mol} - \frac{1}{2} \times 0.100\text{ 0} V \times 10^{-3}\text{ mol}$

$= (25.00 - \frac{V}{2}) \times 0.100\text{ 0} \times 10^{-3}\text{ mol}$ ,则样品中  $\text{S}^{2-}$  的含量为 
$$\frac{(25.00 - \frac{V}{2}) \times 0.100\text{ 0} \times 32}{m \times 1\text{ 000}} \times 100\%$$
。


27. 环戊二烯()是重要的有机化工原料,广泛用于农药、橡胶、塑料等生产。回答下列问题:

(1)已知  (g)  $\rightleftharpoons$   (g) +  $\text{H}_2(\text{g})$   $\Delta H_1 = 100.3\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  ①

$\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$   $\Delta H_2 = -11.0\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  ②

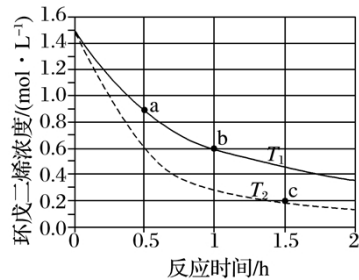
对于反应:  (g) +  $\text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons$   (g) +  $2\text{HI}(\text{g})$  ③

$\Delta H_3 =$  \_\_\_\_\_  $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

(2)某温度,等物质的量的碘和环戊烯()在刚性容器内发生反应③,起始总压为  $10^5\text{ Pa}$ ,平衡时总压增加了  $20\%$ ,环戊烯的转化率为\_\_\_\_\_,该反应的平衡常数  $K_p =$  \_\_\_\_\_  $\text{Pa}$ 。达到平衡后,欲增加环戊烯的平衡转化率,可采取的措施有\_\_\_\_\_ (填标号)。

- A. 通入惰性气体 B. 提高温度  
C. 增加环戊烯浓度 D. 增加碘浓度

(3)环戊二烯容易发生聚合生成二聚体,该反应为可逆反应。不同温度下,溶液中环戊二烯浓度与反应时间的关系如图所示,下列说法正确的是\_\_\_\_\_ (填标号)。




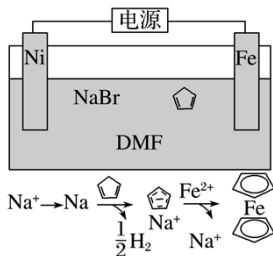
A.  $T_1 > T_2$

B. a 点的反应速率小于 c 点的反应速率

C. a 点的正反应速率大于 b 点的逆反应速率

D. b 点时二聚体的浓度为  $0.45\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

(4)环戊二烯可用于制备二茂铁 $[\text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_5)_2]$ ，结构简式为，后者广泛应用于航天、化工等领域中。二茂铁的电化学制备原理如图所示，其中电解液为溶解有溴化钠(电解质)和环戊二烯的 DMF 溶液(DMF 为惰性有机溶剂)。

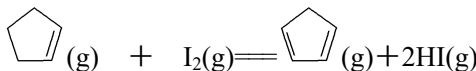


该电解池的阳极为\_\_\_\_\_，总反应为\_\_\_\_\_。电解制备需要在无水条件下进行，原因

为\_\_\_\_\_。

答 案 (1)89.3 (2)40%  $3.56\times 10^4$  BD (3)CD (4)Fe 电 极  $\text{Fe}+2\text{C}_5\text{H}_6=\text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_5)_2+\text{H}_2\uparrow$  (或  $\text{Fe}+2\text{C}_5\text{H}_6=\text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_5)_2+\text{H}_2\uparrow$ ) 水会阻碍中间物 Na 的生成；水会电解生成  $\text{OH}^-$ ，进一步与  $\text{Fe}^{2+}$  反应生成  $\text{Fe}(\text{OH})_2$

解析 (1)根据盖斯定律，由反应①+反应②得反应③，则  $\Delta H_3=\Delta H_1+\Delta H_2=(100.3-11.0)\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}=89.3\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。(2)设容器中起始加入  $\text{I}_2(\text{g})$  和环戊烯的物质的量均为  $a$ ，平衡时转化的环戊烯的物质的量为  $x$ ，列出三段式：



起始:  $a$   $a$   $0$   $0$

转化:  $x$   $x$   $x$   $2x$

平衡:  $a-x$   $a-x$   $x$   $2x$

根据平衡时总压强增加了 20%，且恒温恒容时，压强之比等于气体物质的量之比，得  $\frac{a+a}{(a-x)+(a-x)+x+2x}=1.2$

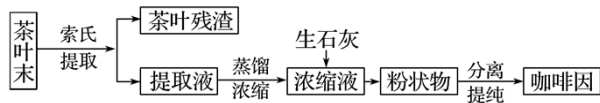
$\frac{1}{1.2}$ ，解得  $x=0.4a$ ，则环戊烯的转化率为  $\frac{0.4a}{a}\times 100\%=40\%$ ，平衡时  $\text{Cyclopentadiene}(\text{g})$ 、 $\text{I}_2(\text{g})$ 、 $\text{Cyclopentadiene}(\text{g})$ 、 $\text{HI}(\text{g})$  的分压分别

为  $\frac{p_{\text{总}}}{4}$ 、 $\frac{p_{\text{总}}}{4}$ 、 $\frac{p_{\text{总}}}{6}$ 、 $\frac{p_{\text{总}}}{3}$ ，则  $K_p=\frac{\frac{p_{\text{总}}}{6}\times\left(\frac{p_{\text{总}}}{3}\right)^2}{\frac{p_{\text{总}}}{4}\times\frac{p_{\text{总}}}{4}}=\frac{8}{27}p_{\text{总}}$ ，根据  $p_{\text{总}}=1.2\times 10^5\text{ Pa}$ ，可得  $K_p=\frac{8}{27}\times 1.2\times 10^5\text{ Pa}\approx 3.56\times 10^4$

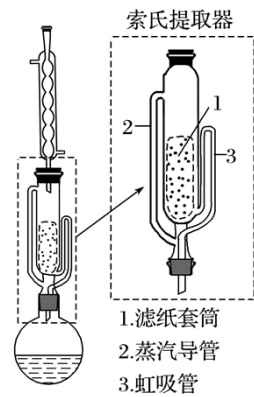
Pa。通入惰性气体，对反应③的平衡无影响，A 项不符合题意；反应③为吸热反应，提高温度，平衡正向移动，可提高环戊烯的平衡转化率，B 项符合题意；增加环戊烯浓度，能提高  $\text{I}_2(\text{g})$  的平衡转化率，但环戊烯的平衡转化率降低，C 项不符合题意；增加  $\text{I}_2(\text{g})$  的浓度，能提高环戊烯的平衡转化率，D 项符合题意。(3)由相同时间内，环戊二烯浓度减小量越大，反应速率越快可知， $T_1<T_2$ ，A 项错误；影响反应速率的因素有温度和环戊二烯的浓度等，a 点时温度较低，但环戊二烯浓度较大，c 点时温度较高，但环戊二烯浓度较小，故无法比较 a 点和 c 点的反应速率大小，B 项错误；a 点和 b 点温度相同，a 点时环戊二烯的浓度大于 b 点时环戊二烯的浓度，即 a 点的正反应速率大于 b 点的正反应速率，因为 b 点时反应未达到平衡，b 点的正反应速率大于逆反应速率，故 a 点的正反应速率大于 b 点的逆反应速率，C 项正确；b 点时，环戊二烯的浓度减小  $0.9\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，结合生成的二聚体浓度为环戊二烯浓度变化量的  $\frac{1}{2}$ ，可知二聚体的浓度为  $0.45\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，D 项正确。(4)结合图示电解

原理可知，Fe 电极发生氧化反应，为阳极；在阴极上有  $\text{H}_2$  生成，故电解时的总反应为  $\text{Fe}+2\text{C}_5\text{H}_6=\text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_5)_2+\text{H}_2\uparrow$  或  $\text{Fe}+2\text{C}_5\text{H}_6=\text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_5)_2+\text{H}_2\uparrow$ 。结合相关反应可知，电解制备需在无水条件下进行，否则水会阻碍中间产物 Na 的生成，水电解生成  $\text{OH}^-$ ， $\text{OH}^-$  会进一步与  $\text{Fe}^{2+}$  反应生成  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ，从而阻碍二茂铁的生成。

28. 咖啡因是一种生物碱(易溶于水及乙醇，熔点  $234.5\text{ }^\circ\text{C}$ ， $100\text{ }^\circ\text{C}$  以上开始升华)，有兴奋大脑神经和利尿等作用。茶叶中含咖啡因约 1%~5%、单宁酸( $K_a$  约为  $10^{-6}$ ，易溶于水及乙醇)约 3%~10%，还含有色素、纤维素等。实验室从茶叶中提取咖啡因的流程如图所示。



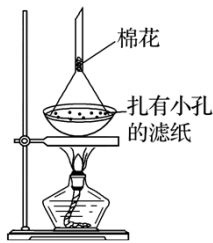
索氏提取装置如图所示。实验时烧瓶中溶剂受热蒸发，蒸汽沿蒸汽导管 2 上升至球形冷凝管，冷凝后滴入滤纸套筒 1 中，与茶叶末接触，进行萃取。萃取液液面达到虹吸管 3 顶端时，经虹吸管 3 返回烧瓶，从而实现对茶叶末的连续萃取。回答下列问题。



(1)实验时需将茶叶研细，放入滤纸套筒 1 中，研细的目的是\_\_\_\_\_。圆底烧瓶中加入 95%乙醇为溶剂，加热前还要加几粒\_\_\_\_\_。

(2)提取过程不可选用明火直接加热，原因是\_\_\_\_\_。与常规的萃取相比，采用索氏提取器的优点是\_\_\_\_\_。

(3)提取液需经“蒸馏浓缩”除去大部分溶剂。与水相比，乙醇作为萃取剂的优点是\_\_\_\_\_。“蒸馏浓缩”需选用的仪器除了圆底烧瓶、蒸馏水、温度计、接收管之外，还有\_\_\_\_\_(填标号)。



- A. 直形冷凝管
- B. 球形冷凝管
- C. 接收瓶
- D. 烧杯

(4)浓缩液加生石灰的作用是中和\_\_\_\_\_和吸收\_\_\_\_\_。

(5)可采用如图所示的简易装置分离提纯咖啡因。将粉状物放入蒸发皿中并小火加热，咖啡因在扎有小孔的滤纸上凝结，该分离提纯方法的名称是\_\_\_\_\_。

答案 (1)增加固液接触面积，使萃取更充分 沸石 (2)乙醇易挥发，易燃 使用溶剂量少，可连续萃取(萃取效

率高) (3)乙醇沸点低，易浓缩 AC (4)单宁酸 水

(5)升华

解析 (1)实验时将茶叶研细，能增加茶叶与溶剂的接触面积，使萃取更加充分。乙醇为溶剂，为防止加热时暴沸，需在加热前向乙醇中加入几粒沸石。(2)由于溶剂乙醇具有挥发性和易燃性，因此在提取过程中不可用明火直接加热。本实验中采用索氏提取器的优点是溶剂乙醇可循环使用，能减少溶剂用量，且萃取效率高。(3)提取液需经“蒸馏浓缩”除去大部分溶剂，与水相比，乙醇作为萃取剂具有沸点低和易浓缩的优点。“蒸馏浓缩”需选用的仪器除了所给仪器外，还有直形冷凝管和接收瓶(如锥形瓶)。(4)向浓缩液中加入生石灰能中和单宁酸并吸收水分。(5)结合分离提纯咖啡因的装置及将粉状物放入蒸发皿并小火加热，咖啡因凝结在扎有小孔的滤纸上，可知该分离提纯的方法为升华。

(二)选考题：共 15 分。请考生从 2 道化学题中任选一题作答。如果多做，则按所做的第一题计分。

35. [化学——选修 3：物质结构与性质]

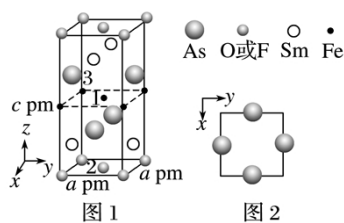
近年来我国科学家发现了一系列意义重大的铁系超导材料，其中一类为 Fe—Sm—As—F—O 组成的化合物。回答下列问题：

(1)元素 As 与 N 同族。预测 As 的氢化物分子的立体结构为\_\_\_\_\_，其沸点比 NH<sub>3</sub> 的\_\_\_\_\_(填“高”或“低”)，其判断理由是\_\_\_\_\_。

(2)Fe 成为阳离子时首先失去\_\_\_\_\_轨道电子，Sm 的价层电子排布式为 4f<sup>6</sup>6s<sup>2</sup>，Sm<sup>3+</sup> 价层电子排布式为\_\_\_\_\_。

(3)比较离子半径：F<sup>-</sup>\_\_\_\_\_O<sup>2-</sup>(填“大于”“等于”或“小于”)。

(4)一种四方结构的超导化合物的晶胞如图 1 所示。晶胞中 Sm 和 As 原子的投影位置如图 2 所示。图中 F<sup>-</sup>和 O<sup>2-</sup>共同占据晶胞的上下底面位置，若两者的比例依次用  $x$  和  $1-x$  代表，则该化合物的化学式表示为\_\_\_\_\_；通过测定密度  $\rho$  和晶胞参数，可以计算该物质的  $x$  值，完成它们关系表达式： $\rho=$ \_\_\_\_\_g·cm<sup>-3</sup>。以晶胞参数为单位长度建立的坐标系可以表示晶胞中各原子的位置，称作原子分数坐标，例如图 1 中原子 1 的坐标为  $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2})$ ，则原子 2 和 3 的坐标分别为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。



答案 (1)三角锥形 低  $\text{NH}_3$  分子间存在氢键

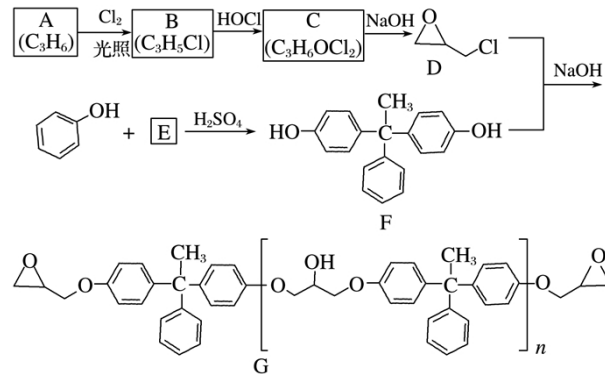
(4) $4s^4 4f^5$  (3)小于 (4) $\text{SmFeAsO}_{1-x}\text{F}_x$

$$\frac{2[281+16(1-x)+19x]}{a^2cN^A \times 10^{-30}} \left( \frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0 \right) \left( 0, 0, \frac{1}{2} \right)$$

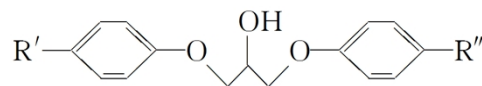
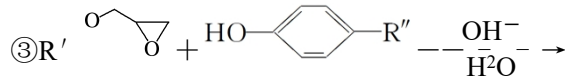
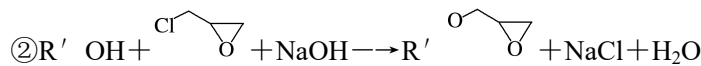
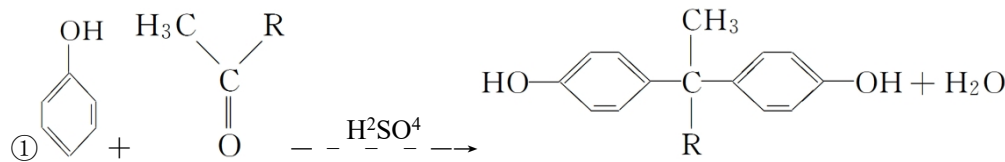
解析 (1) $\text{AsH}_3$  的中心原子 As 的价层电子对数为  $\frac{5+3}{2}=4$ ，包括 3 对成键电子和 1 对孤电子对，故其立体结构为三角锥形。 $\text{NH}_3$  中 N 的电负性比  $\text{AsH}_3$  中 As 的大得多，故  $\text{NH}_3$  易形成分子间氢键，从而使其沸点升高。(2)Fe 的价层电子排布式为  $3d^6 4s^2$ ，其阳离子  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  的价层电子排布式分别是  $3d^6$ 、 $3d^5$ ，二者均首先失去 4s 轨道上的电子；Sm 失去 3 个电子成为  $\text{Sm}^{3+}$  时首先失去 6s 轨道上的电子，然后失去 1 个 4f 轨道上的电子，故  $\text{Sm}^{3+}$  的价层电子排布式为  $4f^5$ 。(3) $\text{F}^-$  与  $\text{O}^{2-}$  电子层结构相同，核电荷数越大，原子核对核外电子的吸引力越大，离子半径越小，故离子半径： $\text{F}^- < \text{O}^{2-}$ 。(4)由晶胞结构中各原子所在位置可知，该晶胞中 Sm 个数为  $4 \times \frac{1}{2}=2$ ，Fe 个数为  $1+4 \times \frac{1}{4}=2$ ，As 个数为  $4 \times \frac{1}{2}=2$ ，O 或 F 个数为  $8 \times \frac{1}{8}+2 \times \frac{1}{2}=2$ ，即该晶胞中 O 和 F 的个数之和为 2， $\text{F}^-$  的比例为  $x$ ， $\text{O}^{2-}$  的比例为  $1-x$ ，故该化合物的化学式为  $\text{SmFeAsO}_{1-x}\text{F}_x$ 。1 个晶胞的质量为  $\frac{2 \times [150+56+75+16 \times (1-x)+19x]}{N^A}$  g =  $\frac{2[281+16(1-x)+19x]}{N^A}$  g，1 个晶胞的体积为  $a^2c \text{ pm}^3 = a^2c \times 10^{-30} \text{ cm}^3$ ，故密度  $\rho = \frac{2[281+16(1-x)+19x]}{a^2cN^A \times 10^{-30}} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。原子 2 位于底面面心，其坐标为  $\left( \frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0 \right)$ ；原子 3 位于棱上，其坐标为  $\left( 0, 0, \frac{1}{2} \right)$ 。

36. [化学——选修 5：有机化学基础]

环氧树脂因其具有良好的机械性能、绝缘性能以及及各种材料的粘结性能，已广泛应用于涂料和胶黏剂等领域。下面是制备一种新型环氧树脂 G 的合成路线：



已知以下信息：



回答下列问题：

(1)A 是一种烯烃，化学名称为\_\_\_\_\_，C 中官能团的名称为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

(2)由 B 生成 C 的反应类型为\_\_\_\_\_。

(3)由 C 生成 D 的反应方程式为\_\_\_\_\_。

(4)E 的结构简式为\_\_\_\_\_。

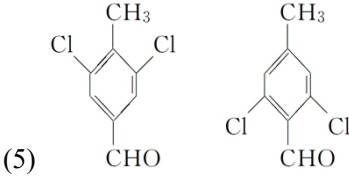
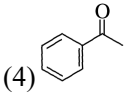
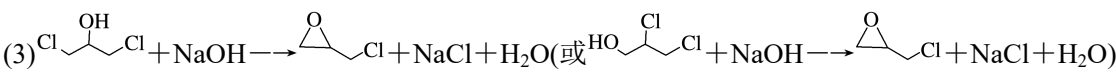
(5)E 的二氯代物有多种同分异构体，请写出其中能同时满足以下条件的芳香化合物的结构简式\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

①能发生银镜反应：②核磁共振氢谱有三组峰，且峰面积比为 3：2：1。

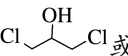
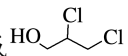
(6)假设化合物 D、F 和 NaOH 恰好完全反应生成 1 mol 单一聚合度的 G，若生成的 NaCl 和  $\text{H}_2\text{O}$  的总质量为 765

g，则 G 的  $n$  值理论上应等于\_\_\_\_\_。

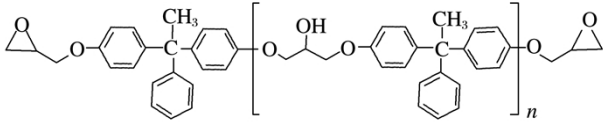
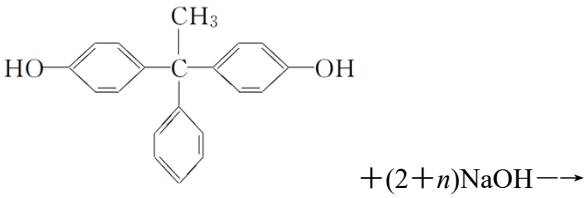
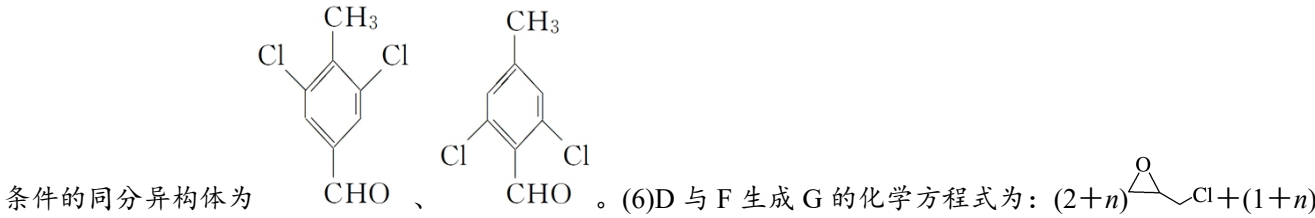
答案 (1)丙烯 氯原子 羟基 (2)加成反应



(6)8

解析 (1)因 A 的分子式是  $C_3H_6$ ，且为烯烃，故其结构简式为  $CH_3CH=CH_2$ ，名称是丙烯。结合 B 的分子式、C 的分子式和 D 的结构简式可知 B 为  $CH_2=CHCH_2Cl$ ，C 为 或，故 C 中所含官能团为氯原子

和羟基。(2)由 B 生成 C 的反应是  $CH_2=CHCH_2Cl$  与  $HOCl$  发生的加成反应。(4)由已知信息①可知 E 为。(5)能发生银镜反应说明含醛基；核磁共振氢谱中三组峰的峰面积之比为 3：2：1，说明含 1 个甲基，故符合



$$+(2+n)NaCl+(2+n)H_2O, \text{ 生成 } 1 \text{ mol G 时有 } (2+n)\text{mol}=\frac{765 \text{ g}}{58.5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}+18 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}, \text{ 解得 } n=8。$$