

湖南省 2021 年普通高中学业水平选择性考试

化学

注意事项:

- 1.答卷前,考生务必将自己的姓名、准考证号填写在本试卷和答题卡上。
- 2.回答选择题时,选出每小题答案后,用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动,用橡皮擦干净后,再选涂其他答案标号。回答非选择题时,将答案写在答题卡上。写在本试卷上无效。
- 3.考试结束后,将本试卷和答题卡一并交回。

可能用到的相对原子质量:

H:1 C:12 N:14 O:16 F:19 Na:23 Mg:24 Si:28 Cl:35.5 Ge:73 Br:80 I:127

一、选择题:本题共 10 小题,每小题 3 分,共 30 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. 下列有关湘江流域的治理和生态修复的措施中,没有涉及到化学变化的是
A. 定期清淤,疏通河道
B. 化工企业“三废”处理后,达标排放
C. 利用微生物降解水域中的有毒有害物质
D. 河道中的垃圾回收分类后,进行无害化处理
2. 下列说法正确的是
A. 糖类、蛋白质均属于天然有机高分子化合物
B. FeO 粉末在空气中受热,迅速被氧化成 Fe_3O_4
C. SO_2 可漂白纸浆,不可用于杀菌、消毒
D. 镀锌铁皮的镀层破损后,铁皮会加速腐蚀
3. 下列实验设计不能达到实验目的的是

	实验目的	实验设计
A	检验溶液中 FeSO_4 是否被氧化	取少量待测液,滴加 KSCN 溶液,观察溶液颜色变化
B	净化实验室制备的 Cl_2	气体依次通过盛有饱和 NaCl 溶液、浓 H_2SO_4 的洗气瓶

C	测定 NaOH 溶液的 pH	将待测液滴在湿润的 pH 试纸上，与标准比色卡对照
D	工业酒精制备无水乙醇	工业酒精中加生石灰，蒸馏

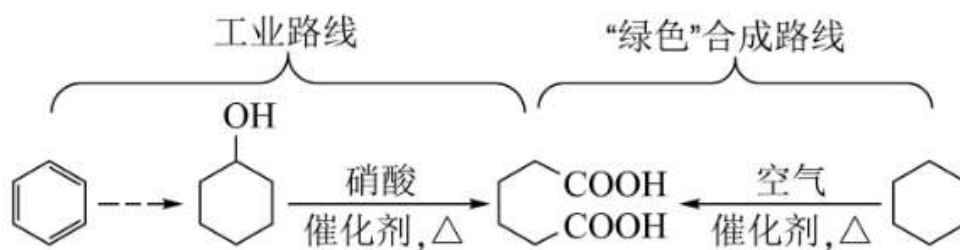
A. A

B. B

C. C

D. D

4. 己二酸是一种重要的化工原料，科学家在现有工业路线基础上，提出了一条“绿色”合成路线：



下列说法正确的是

A. 苯与溴水混合，充分振荡后静置，下层溶液呈橙红色

B. 环己醇与乙醇互为同系物

C. 己二酸与 NaHCO_3 溶液反应有 CO_2 生成

D. 环己烷分子中所有碳原子共平面

5. N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是

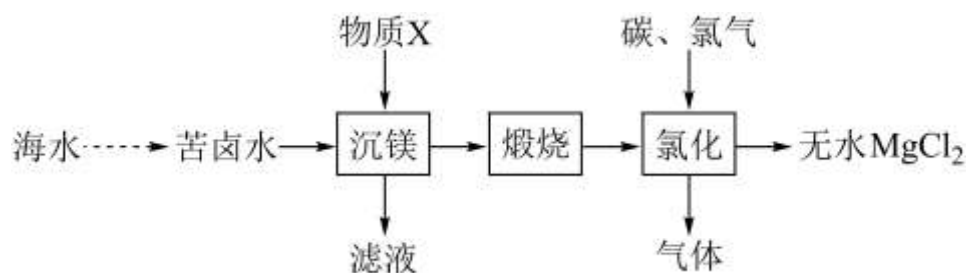
A. $18\text{gH}_2^{18}\text{O}$ 含有的中子数为 $10N_A$

B. $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{HClO}_4$ 溶液中含有的 H^+ 数为 $0.1N_A$

C. 2molNO 与 1molO_2 在密闭容器中充分反应后的分子数为 $2N_A$

D. 11.2LCH_4 和 22.4LCl_2 (均为标准状况) 在光照下充分反应后的分子数为 $1.5N_A$

6. 一种工业制备无水氯化镁的工艺流程如下：



下列说法错误的是

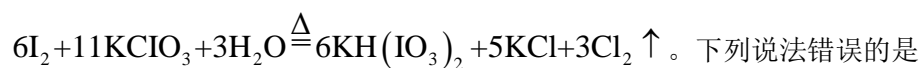
- A. 物质 X 常选用生石灰
- B. 工业上常用电解熔融 MgCl_2 制备金属镁
- C. “氯化”过程中发生的反应为 $\text{MgO} + \text{C} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{MgCl}_2 + \text{CO}$
- D. “煅烧”后的产物中加稀盐酸，将所得溶液加热蒸发也可得到无水 MgCl_2

7. W、X、Y、Z 为原子序数依次增大的短周期主族元素，Y 的原子序数等于 W 与 X 的原子序数之和，Z 的最外层电子数为 K 层的一半，W 与 X 可形成原子个数比为 2:1 的 18e^- 分子。

下列说法正确的是

- A. 简单离子半径： $\text{Z} > \text{X} > \text{Y}$
- B. W 与 Y 能形成含有非极性键的化合物
- C. X 和 Y 的最简单氢化物的沸点： $\text{X} > \text{Y}$
- D. 由 W、X、Y 三种元素所组成化合物的水溶液均显酸性

8. KIO_3 常用作食盐中的补碘剂，可用“氯酸钾氧化法”制备，该方法的第一步反应为

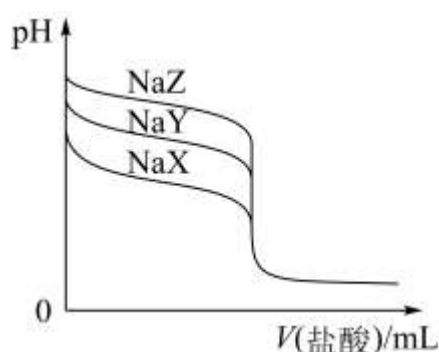


。下列说法错误的是

- A. 产生 22.4L(标准状况) Cl_2 时，反应中转移 10mole^-
- B. 反应中氧化剂和还原剂的物质的量之比为 11: 6
- C. 可用石灰乳吸收反应产生的 Cl_2 制备漂白粉
- D. 可用酸化 淀粉碘化钾溶液检验食盐中 IO_3^- 的存在

9. 常温下，用 $0.1000\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸分别滴定 20.00mL 浓度均为 $0.1000\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 三种一元

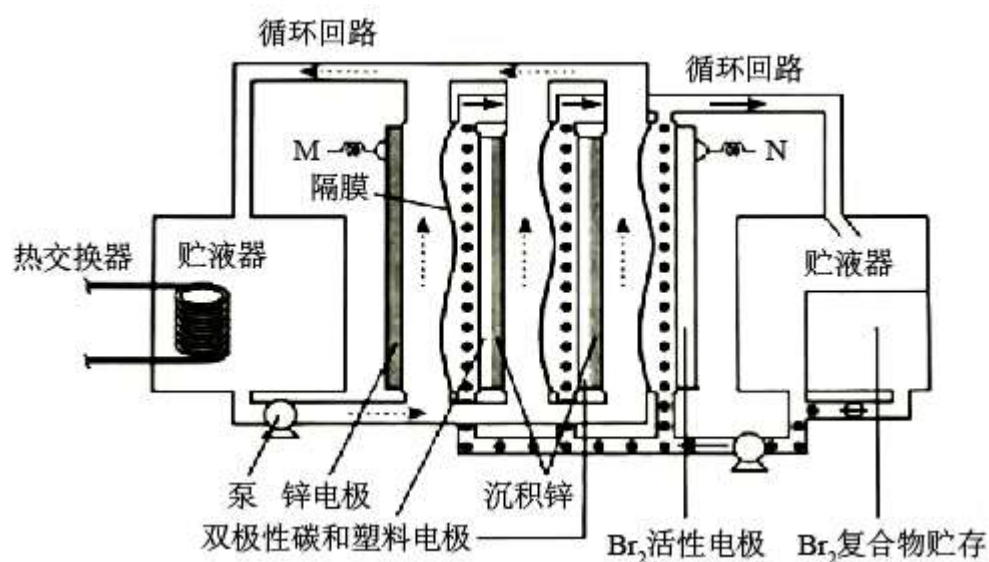
弱酸的钠盐(NaX、NaY、NaZ)溶液，滴定曲线如图所示。下列判断错误的是



- A. 该 NaX 溶液中: $c(\text{Na}^+) > c(\text{X}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$
- B. 三种一元弱酸的电离常数: $K_a(\text{HX}) > K_a(\text{HY}) > K_a(\text{HZ})$
- C. 当 $\text{pH} = 7$ 时, 三种溶液中: $c(\text{X}^-) = c(\text{Y}^-) = c(\text{Z}^-)$
- D. 分别滴加 20.00mL 盐酸后, 再将三种溶液混合:

$$c(\text{X}^-) + c(\text{Y}^-) + c(\text{Z}^-) = c(\text{H}^+) - c(\text{OH}^-)$$

10. 锌溴液流电池是一种先进的水溶液电解质电池, 广泛应用于再生能源储能和智能电网的备用电源等。三单体串联锌溴液流电池工作原理如图所:



下列说法错误的是

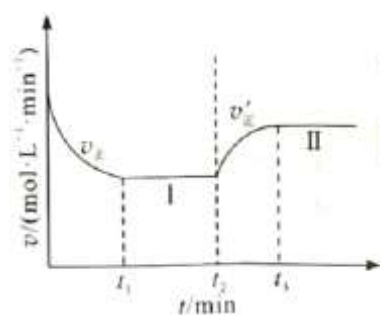
- A. 放电时, N 极为正极
- B. 放电时, 左侧贮液器中 ZnBr_2 的浓度不断减小

C. 充电时, M 极的电极反应式为 $\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Zn}$

D. 隔膜允许阳离子通过, 也允许阴离子通过

二、选择题: 本题共 4 小题, 每小题 4 分, 共 16 分。在每小题给出的四个选项中, 有一个或两个选项符合题目要求。全部选对的得 4 分, 选对但不全的得 2 分, 有选错的得 0 分。

11. 已知: $\text{A}(\text{g}) + 2\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{C}(\text{g}) \Delta H < 0$, 向一恒温恒容的密闭容器中充入 1mol A 和 3mol B 发生反应, t_1 时达到平衡状态 I, 在 t_2 时改变某一条件, t_3 时重新达到平衡状态 II, 正反应速率随时间的变化如图所示。下列说法正确的是



- A. 容器内压强不变, 表明反应达到平衡
- B. t_2 时改变的条件: 向容器中加入 C
- C. 平衡时 A 的体积分数 φ : $\varphi(\text{II}) > \varphi(\text{I})$
- D. 平衡常数 K: $K(\text{II}) < K(\text{I})$

12. 对下列粒子组在溶液中能否大量共存的判断和分析均正确的是

	粒子组	判断和分析
A	Na^+ 、 Al^{3+} 、 Cl^- 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	不能大量共存, 因发生反应: $\text{Al}^{3+} + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{AlO}_2^- + 4\text{NH}_4^+ + 2\text{H}_2\text{O}$
B	H^+ 、 K^+ 、 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 、 SO_4^{2-}	不能大量共存, 因发生反应: $2\text{H}^+ + \text{S}_2\text{O}_3^{2-} = \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
C	Na^+ 、 Fe^{3+} 、 SO_4^{2-} 、 H_2O_2	能大量共存, 粒子间不反应

D	H^+ 、 Na^+ 、 Cl^- 、 MnO_4^-	能大量共存，粒子间不反应
---	---	--------------

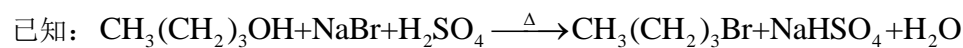
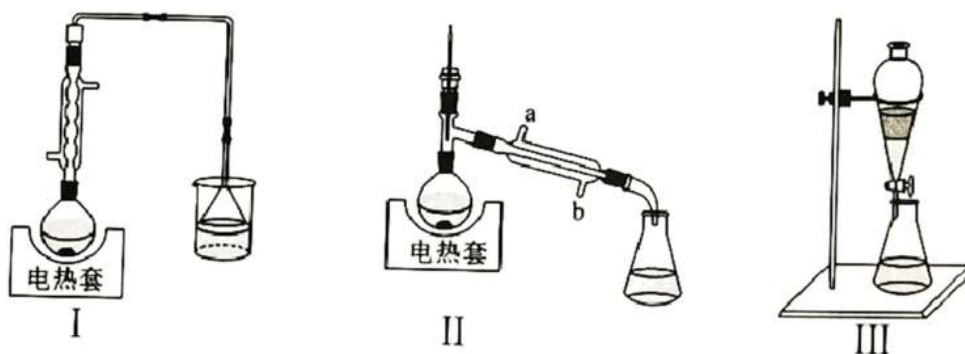
A. A

B. B

C. C

D. D

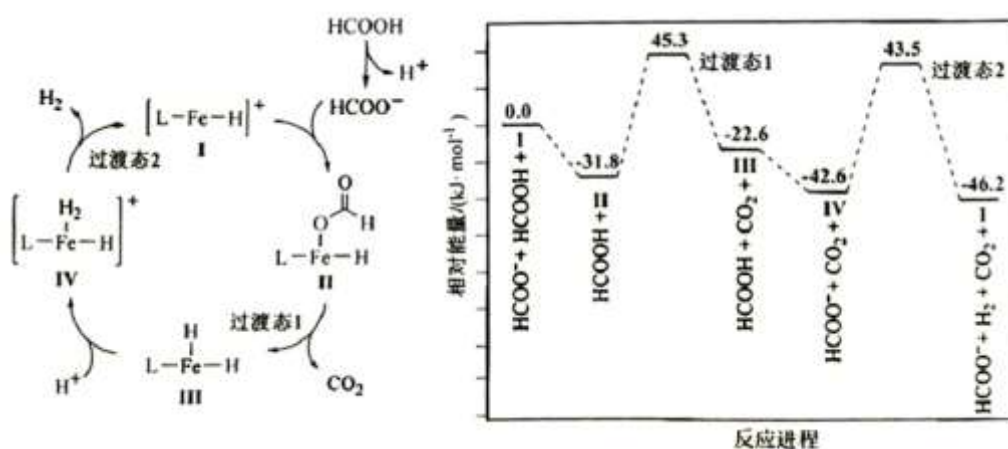
13. 1-丁醇、溴化钠和 70% 的硫酸共热反应，经过回流、蒸馏、萃取分液制得 1-溴丁烷粗产品，装置如图所示：



下列说法正确的是

- A. 装置 I 中回流的目的是为了减少物质的挥发，提高产率
- B. 装置 II 中 a 为进水口，b 为出水口
- C. 用装置 III 萃取分液时，将分层的液体依次从下放出
- D. 经装置 III 得到的粗产品干燥后，使用装置 II 再次蒸馏，可得到更纯的产品

14. 铁的配合物离子(用 $[\text{L}-\text{Fe}-\text{H}]^+$ 表示)催化某反应的一种反应机理和相对能量的变化情况如图所示：



下列说法错误的是

A. 该过程的总反应为 $\text{HCOOH} \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\uparrow$

B. H^+ 浓度过大或者过小，均导致反应速率降低

C. 该催化循环中 Fe 元素的化合价发生了变化

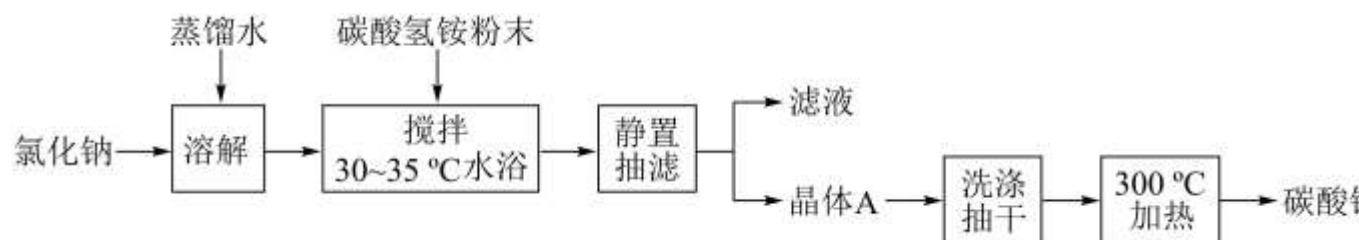
D. 该过程的总反应速率由 II \rightarrow III 步骤决定

二、非选择题：包括必考题和选考题两部分。第 15~17 题为必考题，每个试题考生都必须作答。第 18、19 题为选考题，考生根据要求作答。

(一)必考题：此题包括 3 小题，共 39 分。

15. 碳酸钠俗称纯碱，是一种重要的化工原料。以碳酸氢铵和氯化钠为原料制备碳酸钠，并测定产品中少量碳酸氢钠的含量，过程如下：

步骤 I. Na_2CO_3 的制备



步骤 II. 产品中 NaHCO_3 含量测定

①称取产品 2.500g，用蒸馏水溶解，定容于 250mL 容量瓶中；

②移取 25.00mL 上述溶液于锥形瓶，加入 2 滴指示剂 M，用 $0.1000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 盐酸标准溶液滴定，溶液由红色变至近无色(第一滴定终点)，消耗盐酸 $V_1\text{mL}$ ；

③在上述锥形瓶中再加入 2 滴指示剂 N，继续用 $0.1000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 盐酸标准溶液滴定至终点(第二滴定终点)，又消耗盐酸 $V_2\text{mL}$ ；

④平行测定三次， V_1 平均值为 22.45， V_2 平均值为 23.51。

已知：(i)当温度超过 35°C 时， NH_4HCO_3 开始分解。

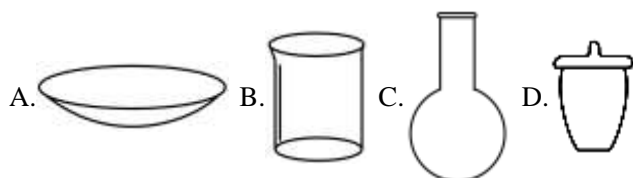
(ii)相关盐在不同温度下的溶解度表 ($\text{g}/100\text{gH}_2\text{O}$)

温度/°C	0	10	20	30	40	50	60
NaCl	35.7	35.8	36.0	36.3	36.6	37.0	37.3
NH ₄ HCO ₃	11.9	15.8	21.0	27.0			
NaHCO ₃	6.9	8.2	9.6	11.1	12.7	14.5	16.4
NH ₄ Cl	29.4	33.3	37.2	41.4	45.8	50.4	55.2

回答下列问题：

(1)步骤 I 中晶体 A 的化学式为_____，晶体 A 能够析出的原因是_____；

(2)步骤 I 中“300℃加热”所选用的仪器是_____ (填标号)；



(3)指示剂 N 为_____，描述第二滴定终点前后颜色变化_____；

(4)产品中 NaHCO₃ 的质量分数为_____ (保留三位有效数字)；

(5)第一滴定终点时，某同学俯视读数，其他操作均正确，则 NaHCO₃ 质量分数的计算结果_____ (填“偏大”“偏小”或“无影响”)。

16. 氨气中氢含量高，是一种优良的小分子储氢载体，且安全、易储运，可通过下面两种方法由氨气得到氢气。

方法 I：氨热分解法制氢气

相关化学键的键能数据

化学键	N ≡ N	H – H	N – H
键能 E/(kJ·mol ⁻¹)	946	436.0	390.8

一定温度下，利用催化剂将 NH₃ 分解为 N₂ 和 H₂。回答下列问题：

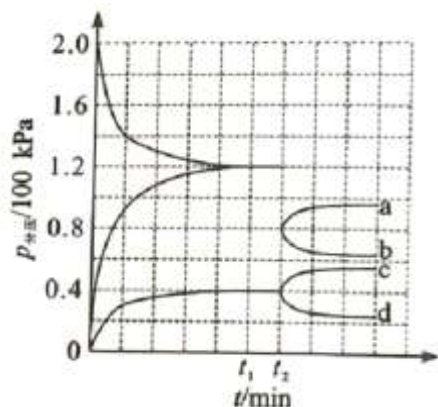
(1)反应 2NH₃(g) \rightleftharpoons N₂(g) + 3H₂(g) $\Delta H =$ _____ kJ·mol⁻¹；

(2)已知该反应的 $\Delta S = 198.9 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ，在下列哪些温度下反应能自发进行？

_____ (填标号)

A.25℃ B.125℃ C.225℃ D.325℃

(3)某兴趣小组对该反应进行了实验探究。在一定温度和催化剂的条件下，将 0.1molNH_3 通入 3L 的密闭容器中进行反应(此时容器内总压为 200kPa)，各物质的分压随时间的变化曲线如图所示。



①若保持容器体积不变， t_1 时反应达到平衡，用 H_2 的浓度变化表示 $0 \sim t_1$ 时间内的反应速率 $v(\text{H}_2) = \underline{\hspace{2cm}} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ (用含 t_1 的代数式表示)

② t_2 时将容器体积迅速缩小至原来的一半并保持不变，图中能正确表示压缩后 N_2 分压变化趋势的曲线是 _____ (用图中 a、b、c、d 表示)，理由是 _____；

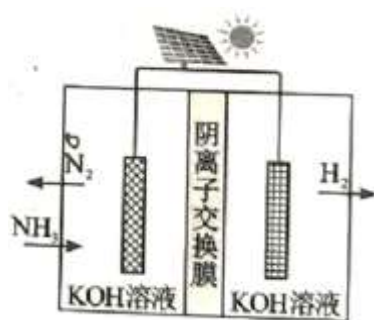
③在该温度下，反应的标准平衡常数 $K^\ominus = \underline{\hspace{2cm}}$ 。(已知：分压=总压×该组分物质的量分

数，对于反应 $d\text{D}(\text{g}) + e\text{E}(\text{g}) \rightleftharpoons g\text{G}(\text{g}) + h\text{H}(\text{g})$ ， $K^\ominus = \frac{\left(\frac{p_{\text{G}}}{p^\ominus}\right)^g \cdot \left(\frac{p_{\text{H}}}{p^\ominus}\right)^h}{\left(\frac{p_{\text{D}}}{p^\ominus}\right)^d \cdot \left(\frac{p_{\text{E}}}{p^\ominus}\right)^e}$ ，其中

$p^\ominus = 100\text{kPa}$ ， p_{G} 、 p_{H} 、 p_{D} 、 p_{E} 为各组分的平衡分压)。

方法 II：氨电解法制氢气

利用电解原理，将氮转化为高纯氢气，其装置如图所示。



(4)电解过程中 OH^- 的移动方向为_____ (填“从左往右”或“从右往左”);

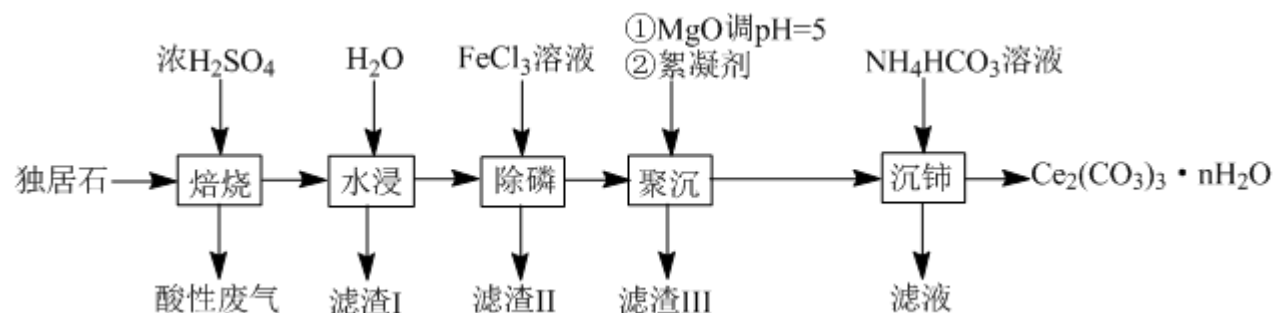
(5)阳极的电极反应式为_____。

KOH 溶液 KOH 溶液

17. $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3$ 可用于催化剂载体及功能材料的制备。天然独居石中, 铈(Ce)主要以 CePO_4

形式存在, 还含有 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 CaF_2 等物质。以独居石为原料制备

$\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 的工艺流程如下:



回答下列问题:

(1)铈的某种核素含有 58 个质子和 80 个中子, 该核素的符号为_____;

(2)为提高“水浸”效率, 可采取的措施有_____ (至少写两条);

(3)滤渣III的主要成分是_____ (填化学式);

(4)加入絮凝剂的目的是_____;

(5)“沉铈”过程中, 生成 $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 的离子方程式为_____, 常温下加入的

NH_4HCO_3 溶液呈_____ (填“酸性”“碱性”或“中性”)(已知: $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的

$K_b = 1.75 \times 10^{-5}$, H_2CO_3 的 $K_{a1} = 4.4 \times 10^{-7}$, $K_{a2} = 4.7 \times 10^{-11}$);

(6)滤渣II的主要成分为 FePO_4 , 在高温条件下, Li_2CO_3 、葡萄糖($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)和 FePO_4 可

制备电极材料 LiFePO_4 , 同时生成 CO 和 H_2O , 该反应的化学方程式为_____

(二)选考题：共 15 分。请考生从给出的两道题中任选一题作答。如果多做，则按所做的第一题计分。

[选修 3：物质结构与性质]

18. 硅、锗(Ge)及其化合物广泛应用于光电材料领域。回答下列问题：

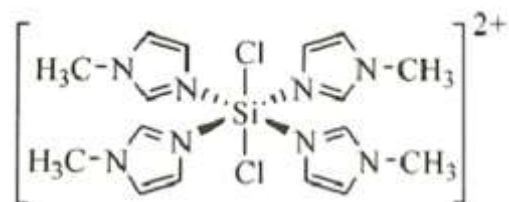
(1)基态硅原子最外层的电子排布图为_____，晶体硅和碳化硅熔点较高的是_____ (填化学式)；

(2)硅和卤素单质反应可以得到 SiX_4 ， SiX_4 的熔沸点如下表：

	SiF_4	SiCl_4	SiBr_4	SiI_4
熔点/K	1830	203.2	278.6	393.7
沸点/K	187.2	330.8	427.2	560.7

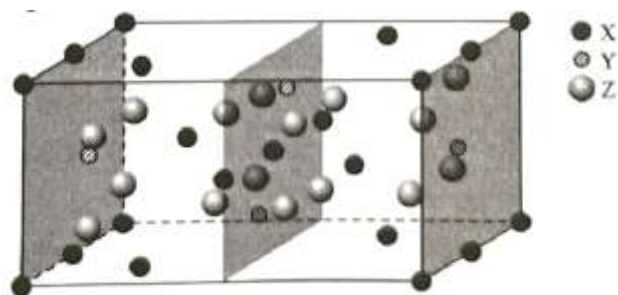
①0℃时， SiF_4 、 SiCl_4 、 SiBr_4 、 SiI_4 呈液态的是____(填化学式)，沸点依次升高的原因是_____，气态 SiX_4 分子的空间构型是_____；

② SiCl_4 与 N-甲基咪唑($\text{H}_3\text{C}-\text{N}$ )反应可以得到 M^{2+} ，其结构如图所示：



N-甲基咪唑分子中碳原子的杂化轨道类型为_____，H、C、N 的电负性由大到小的顺序为_____，1 个 M^{2+} 中含有_____个 σ 键；

(3)下图是 Mg、Ge、O 三种元素形成的某化合物的晶胞示意图。



①已知化合物中 Ge 和 O 的原子个数比为 1: 4，图中 Z 表示_____原子(填元素符号)，该化合物的化学式为_____；

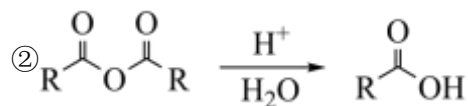
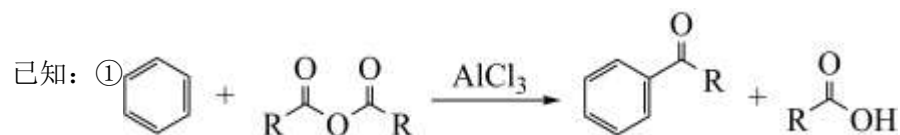
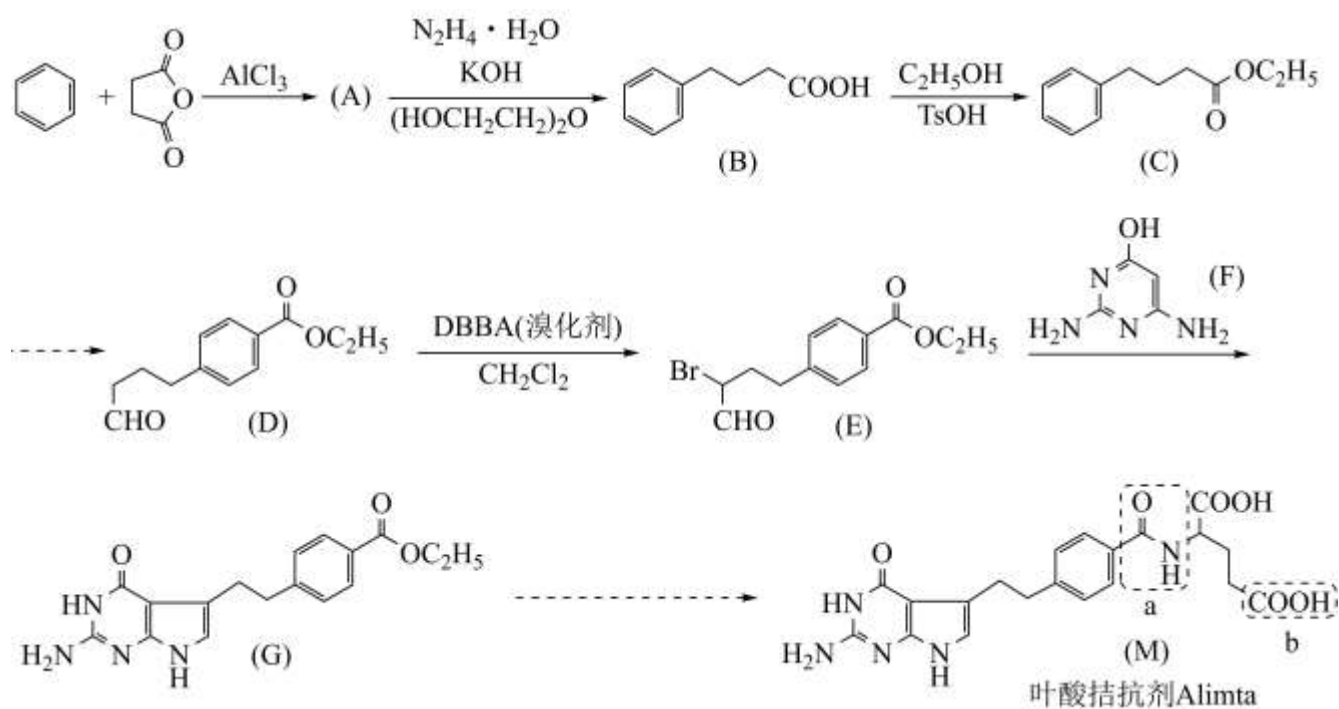
②已知该晶胞的晶胞参数分别为 a nm、 b nm、 c nm， $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ ，则该晶体的密度

$\rho = \underline{\hspace{2cm}} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (设阿伏加德罗常数的值为 N_A ，用含 a 、 b 、 c 、 N_A 的代数式表示)。

[选修 5：有机化学基础]

19. 叶酸拮抗剂 Alimta(M) 是一种多靶向性抗癌药物。以苯和丁二酸酐为原料合成该化合物的路线如下：

回答下列问题：



(1) A 的结构简式为_____；

(2) $\text{A} \rightarrow \text{B}$ ， $\text{D} \rightarrow \text{E}$ 的反应类型分别是_____，_____；

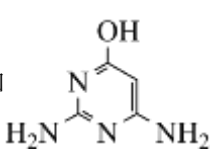
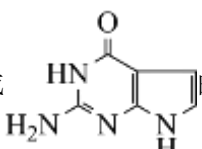
(3) M 中虚线框内官能团的名称为 a _____，b _____；

(4) B 有多种同分异构体，同时满足下列条件的同分异构体有_____种(不考虑立体异构)

①苯环上有 2 个取代基②能够发生银镜反应③与 FeCl_3 溶液发生显色反应

其中核磁共振氢谱有五组峰，且峰面积之比为 6：2：2：1：1 的结构简式为_____；

(5)结合上述信息，写出丁二酸酐和乙二醇合成聚丁二酸乙二醇酯的反应方程式_____；

(6)参照上述合成路线，以乙烯和  为原料，设计合成  的路线
_____ (其他试剂任选)。

湖南省 2021 年普通高中学业水平选择性考试 化学 答案解析

一、选择题：

1. A

解析：

定期清淤，疏通河道，保证河流畅通，没有涉及化学变化，A 符合题意；故选 A。

2. B

解析：

氧化亚铁具有较强的还原性，在空气中受热容易被氧气氧化为稳定的四氧化三铁，B 正确，
故选 B。

3. C

解析：

用 pH 试纸测定 NaOH 溶液的 pH 不能润湿 pH 试纸，否则会因浓度减小，而影响测定结果，
不能达到实验目的，故 C 符合题意；故选 C。

4. C

解析：

己二酸分子中含有羧基，能与 NaHCO_3 溶液反应生成 CO_2 ，故 C 正确；故选 C。

5. D

解析：

甲烷和氯气在光照下发生取代，1mol 氯气可取代 1molH，同时产生 1molHCl 分子，标准状况下 11.2L CH_4 的物质的量为 0.5mol，22.4L Cl_2 的物质的量为 1mol，0.5mol CH_4 含 4molH，
最多可消耗 4mol Cl_2 ，因此 CH_4 过量，根据 1mol 氯气可取代 1molH，同时产生 1molHCl 分子可知 1mol Cl_2 完全反应可得 1molHCl，根据 C 守恒，反应后含 C 物质的物质的量=甲烷的

物质的量=0.5mol, 因此11.2LCH₄和22.4LCl₂(均为标准状况)在光照下充分反应后的分子数为1.5N_A, D正确; 选D。

6. D

解析:

海水经一系列处理得到苦卤水, 苦卤水中含Mg²⁺, 苦卤水中加物质X使Mg²⁺转化为Mg(OH)₂, 过滤除去滤液, 煅烧Mg(OH)₂得MgO, MgO和C、Cl₂经“氯化”得无水MgCl₂。

“煅烧”后得到MgO, MgO和盐酸反应得到MgCl₂溶液, 由于MgCl₂在溶液中水解为氢氧化镁和HCl, 将所得溶液加热蒸发HCl会逸出, MgCl₂水解平衡正向移动, 得到氢氧化镁, 得不到无水MgCl₂, D错误; 选D。

7. B

解析:

Z的最外层电子数为K层的一半, 则Z的核外有3个电子层, 最外层电子数为1, 即为Na, W与X能形成原子个数比为2:1的18电子的分子, 则形成的化合物为N₂H₄, 所以W为H, X为N, Y的原子序数是W和X的原子序数之和, 则Y为O。W为H, Y为O, 能形成H₂O₂, 含有极性共价键和非极性共价键, 故B正确; 故选B。

8. A

解析:

该反应中只有碘元素价态升高, 由0价升高至KH(IO₃)₂中+5价, 每个碘原子升高5价, 即6I₂: 60e⁻, 又因方程式中6I₂: 3Cl₂, 故3Cl₂: 60e⁻, 即Cl₂: 20e⁻, 所以产生22.4L(标准状况)Cl₂即1mol Cl₂时, 反应中应转移20mol e⁻, A错误; 故选A。

9. C

解析:

由图可知, 没有加入盐酸时, NaX、NaY、NaZ溶液的pH依次增大, 则HX、HY、HZ三种一元弱酸的酸性依次减弱。当溶液pH为7时, 酸越弱, 向盐溶液中加入盐酸的体积越大, 酸根离子的浓度越小, 则三种盐溶液中酸根的浓度大小顺序为c(X⁻)>c(Y⁻)>c(Z⁻), 故C错误; 故选C。

10. B

解析:

由图可知, 放电时, N电极为电池的正极, 溴在正极上得到电子发生还原反应生成溴离子,

电极反应式为 $\text{Br}_2 + 2\text{e}^- = 2\text{Br}^-$ ，M 电极为负极，锌失去电子发生氧化反应生成锌离子，电极反应式为 $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$ ，正极放电生成的溴离子通过离子交换膜进入左侧，同时锌离子通过交换膜进入右侧，维持两侧溴化锌溶液的浓度保持不变；充电时，M 电极与直流电源的负极相连，做电解池的阴极，N 电极与直流电源的正极相连，做阳极。由以上分析可知，放电或充电时，左侧储液器和右侧储液器中溴化锌的浓度维持不变，故 B 错误；故选 B。

二、选择题：

11. BC

解析：

根据图像可知，向恒温恒容密闭容器中充入 1molA 和 3molB 发生反应，反应时间从开始到 t_1 阶段，正反应速率不断减小， t_1 - t_2 时间段，正反应速率不变，反应达到平衡状态， t_2 - t_3 时间段，改变条件使正反应速率逐渐增大，平衡向逆反应方向移动， t_3 以后反应达到新的平衡状态，据此结合图像分析解答。根据图像变化曲线可知， t_2 ： t_3 过程中， t_2 时 $v_{\text{正}}$ 瞬间不变，平衡过程中不断增大，则说明反应向逆反应方向移动，且不是“突变”图像，属于“渐变”过程，所以排除温度与催化剂等影响因素，改变的条件为：向容器中加入 C，B 正确；最初加入体系中的 A 和 B 的物质的量的比值为 1：3，当向体系中加入 C 时，平衡逆向移动，最终 A 和 B 各自物质的量增加的比例为 1：2，因此平衡时 A 的体积分数 $\varphi(\text{II}) > \varphi(\text{I})$ ，C 正确；故选 BC。

12. B

解析：

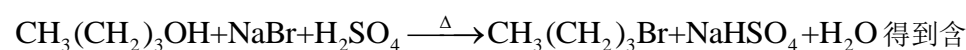
$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 和 H^+ 反应生成单质硫、二氧化硫和水，离子方程式为： $2\text{H}^+ + \text{S}_2\text{O}_3^{2-} = \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ，

故 B 正确；故选 B。

13. AD

解析：

根据题意 1-丁醇、溴化钠和 70% 的硫酸在装置 I 中共热发生



$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{OH}$ 、 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{Br}$ 、 NaHSO_4 、 NaBr 、 H_2SO_4 的混合物，混合物在装置 II 中

蒸馏得到 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{OH}$ 和 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{Br}$ 的混合物，在装置 III 中用合适的萃取剂萃取分

液得 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{Br}$ 粗产品。浓硫酸和 NaBr 会产生 HBr，1-丁醇以及浓硫酸和 NaBr 产生

HBr 均易挥发，用装置 I 回流可减少反应物的挥发，提高产率，A 正确；由题意可知经装置 III 得到粗产品，由于粗产品中各物质沸点不同，再次进行蒸馏可得到更纯的产品，D 正确；故选 AD。

14. D

解析：

由反应进程可知，反应 IV→I 能垒最大，反应速率最慢，对该过程的总反应起决定作用，故 D 错误；故选 D。

二、非选择题：

(一)必考题：

15.

答案： (1). NaHCO_3 (2). 在 $30-35^\circ\text{C}$ 时 NaHCO_3 的溶解度最小(意思合理即可) (3). D (4). 甲基橙 (5). 由黄色变橙色，且半分钟内不褪色 (6). 3.56% (7). 偏大

解析：

步骤 I：制备 Na_2CO_3 的工艺流程中，先将 NaCl 加水溶解，制成溶液后加入 NH_4HCO_3 粉末，水浴加热，根据不同温度条件下各物质的溶解度不同，为了得到 NaHCO_3 晶体，控制温度在 $30-35^\circ\text{C}$ 发生反应，最终得到滤液为 NH_4Cl ，晶体 A 为 NaHCO_3 ，再将其洗涤抽干，利用 NaHCO_3 受热易分解的性质，在 300°C 加热分解 NaHCO_3 制备 Na_2CO_3 ；

步骤 II：利用酸碱中和滴定原理测定产品中碳酸氢钠的含量，第一次滴定发生的反应为： $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} = \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$ ，因为 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 溶于水显碱性，且碱性较强，所以可借助酚酞指示剂的变化来判断滴定终点，结合颜色变化可推出指示剂 M 为酚酞试剂；第二次滴定时溶液中的溶质为 NaCl ，同时还存在反应生成的 CO_2 ，溶液呈现弱酸性，因为酚酞的变色范围为 8-10，所以不适合利用酚酞指示剂检测判断滴定终点，可选择甲基橙试液，所以指示剂 N 为甲基橙试液，发生的反应为： $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ ，再根据关系式求出总的 NaHCO_3 的物质的量，推导出产品中 NaHCO_3 的，最终通过计算得出产品中 NaHCO_3 的质量分数。

根据上述分析可知，

(1)根据题给信息中盐在不同温度下的溶解度不难看出，控制温度在 $30-35^\circ\text{C}$ ，目的是为了 NH_4HCO_3 不发生分解，同时析出 NaHCO_3 固体，得到晶体 A，因为在 $30-35^\circ\text{C}$ 时， NaHCO_3 的溶解度最小，故答案为： NaHCO_3 ；在 $30-35^\circ\text{C}$ 时 NaHCO_3 的溶解度最小；

(2) 300°C 加热抽干后的 NaHCO_3 固体, 需用坩埚、泥三角、三脚架进行操作, 所以符合题意的为 D 项, 故答案为: D;

(3) 根据上述分析可知, 第二次滴定时, 使用的指示剂 N 为甲基橙试液, 滴定到终点前溶液的溶质为碳酸氢钠和氯化钠, 滴定达到终点后溶液的溶质为氯化钠, 所以溶液的颜色变化为: 由黄色变为橙色, 且半分钟内不褪色;

(4) 第一次滴定发生的反应是: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} = \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$, 则 $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n_{\text{生成}}$

$(\text{NaHCO}_3) = n(\text{HCl}) = 0.1000 \text{ mol/L} \times 22.45 \times 10^{-3} \text{ L} = 2.245 \times 10^{-3} \text{ mol}$, 第二次滴定消耗的盐酸的体积 $V_2 = 23.51 \text{ mL}$, 则根据方程式 $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 可知, 消耗的 NaHCO_3 的物质的量 $n_{\text{总}}(\text{NaHCO}_3) = 0.1000 \text{ mol/L} \times 23.51 \times 10^{-3} \text{ L} = 2.351 \times 10^{-3} \text{ mol}$, 则原溶液中的 NaHCO_3 的物质的量 $n(\text{NaHCO}_3) = n_{\text{总}}(\text{NaHCO}_3) - n_{\text{生成}}(\text{NaHCO}_3) =$

$2.351 \times 10^{-3} \text{ mol} - 2.245 \times 10^{-3} \text{ mol} = 1.06 \times 10^{-4} \text{ mol}$, 则原产品中 NaHCO_3 的物质的量为

$\frac{100 \text{ mL}}{10 \text{ mL}} \times 1.06 \times 10^{-4} \text{ mol} = 1.06 \times 10^{-3} \text{ mol}$, 故产品中 NaHCO_3 的质量分数为

$\frac{1.06 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 84 \text{ g/mol}}{2.5000 \text{ g}} \times 100\% = 3.5616\% \approx 3.56\%$, 故答案为: 3.56%;

(5) 若该同学第一次滴定时, 其他操作均正确的情况下, 俯视读数, 则会使标准液盐酸的体积偏小, 即测得 V_1 偏小, 所以原产品中 NaHCO_3 的物质的量会偏大, 最终导致其质量分数会偏大, 故答案为: 偏大。

16.

答案: (1). +90.8 (2). CD (3). $\frac{0.02}{t_1}$ (4). b

(5). 开始体积减半, N_2 分压变为原来的 2 倍, 随后由于加压平衡逆向移动, N_2 分压比原来 2 倍要小 (6). 0.48 (7). 从右往左 (8). $2\text{NH}_3 - 6\text{e}^- + 6\text{OH}^- = \text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

解析:

(1) 根据反应热 = 反应物的总键能 - 生成物的总键能, $2\text{NH}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$, $n H = 390.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 3 \times 2 - (946 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 436.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 3) = +90.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 故答案为: +90.8;

(2) 若反应自发进行, 则需 $n H - T n S < 0$, $T > \frac{n H}{n S} = \frac{90.8 \times 10^3 \text{ J/mol}}{198.9 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}} = 456.5 \text{ K}$, 即温度应高于

$(456.5 - 273)^\circ\text{C} = 183.5^\circ\text{C}$, CD 符合, 故答案为: CD;

(3)①设 t_1 时达到平衡, 转化的 NH_3 的物质的量为 $2x$, 列出三段式:

	$2\text{NH}_3(\text{g})$	$\text{N}_2(\text{g})$	$+ 3\text{H}_2(\text{g})$
起始 / mol	0.1	0	0
转化 / mol	$2x$	x	$3x$
平衡 / mol	$0.1 - 2x$	x	$3x$

根据同温同压下, 混合气体的物质的量等于体积之比, $\frac{0.1}{0.1 + 2x} = \frac{200}{120 + 120 + 40}$, 解得

$$x = 0.02 \text{ mol}, \quad v(\text{H}_2) = \frac{0.02 \times 3 \text{ mol}}{3 \text{ L} \times t_1} = \frac{0.02}{t_1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}, \text{ 故答案为: } \frac{0.02}{t_1};$$

② t_2 时将容器体积压缩到原来的一半, 开始 N_2 分压变为原来的 2 倍, 随后由于加压平衡逆向移动, N_2 分压比原来 2 倍要小, 故 b 曲线符合, 故答案为: b; 开始体积减半, N_2 分压变为原来的 2 倍, 随后由于加压平衡逆向移动, N_2 分压比原来 2 倍要小;

③由图可知, 平衡时, NH_3 、 N_2 、 H_2 的分压分别为 120 kPa、40 kPa、120 kPa, 反应的标准

$$\text{平衡常数 } K^n = \frac{0.4 \times (1.2)^3}{(1.2)^2} = 0.48, \text{ 故答案为: } 0.48;$$

(4)由图可知, 通 NH_3 的一极氮元素化合价升高, 发生氧化反应, 为电解池的阳极, 则另一电极为阴极, 电解过程中 OH^- 移向阳极, 则从右往左移动, 故答案为: 从右往左;

(5)阳极 NH_3 失电子发生氧化反应生成 N_2 , 结合碱性条件, 电极反应式为: $2\text{NH}_3 - 6\text{e}^- + 6\text{OH}^- = \text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$, 故答案为: $2\text{NH}_3 - 6\text{e}^- + 6\text{OH}^- = \text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ 。

17.

答案: (1). $^{138}_{58}\text{Ce}$ (2). 适当升高温度, 将独居石粉碎等 (3). $\text{Al}(\text{OH})_3$ (4). 促

使铝离子沉淀 (5). $6\text{HCO}_3^- + 2\text{Ce}^{3+} + (\text{n}-3)\text{H}_2\text{O} = \text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot \text{nH}_2\text{O} + 3\text{CO}_2 \uparrow$ (6).

碱性 (7). $6\text{Li}_2\text{CO}_3 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 12\text{FePO}_4 = 12\text{LiFePO}_4 + 6\text{CO} \uparrow + 6\text{H}_2\text{O} + 6\text{CO}_2 \uparrow$

解析:

焙烧浓硫酸和独居石的混合物、水浸, CePO_4 转化为 $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$ 和 H_3PO_4 , SiO_2 与硫酸不反应, Al_2O_3 转化为 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, Fe_2O_3 转化为 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, CaF_2 转化为 CaSO_4 和 HF , 酸性废气含 HF ; 后过滤, 滤渣 I 为 SiO_2 和磷酸钙、 FePO_4 , 滤液主要含 H_3PO_4 , $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, 加氯化铁溶液除磷, 滤渣 II 为 FePO_4 ; 聚沉将铁离子、铝离子转化为沉淀, 过滤除去, 滤渣 III 主要为氢氧化铝, 还含氢氧化铁; 加碳酸氢铵沉铈得 $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot \text{nH}_2\text{O}$ 。

(1)铈的某种核素含有 58 个质子和 80 个中子，则质量数为 58+80=138，该核素的符号为



(2)为提高“水浸”效率，可采取的措施有适当升高温度，将独居石粉碎等；

(3)结合流程可知，滤渣Ⅲ的主要成分是 $\text{Al}(\text{OH})_3$ ；

(4)加入絮凝剂的目的是促使铝离子沉淀；

(5)用碳酸氢铵“沉铈”，则结合原子守恒、电荷守恒可知生成 $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 的离子方程

式为 $6\text{HCO}_3^- + 2\text{Ce}^{3+} + (n-3)\text{H}_2\text{O} = \text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O} + 3\text{CO}_2\uparrow$ ；铵根离子的水解常数

$$K_h(\text{NH}_4^+) = \frac{10^{-14}}{1.75 \times 10^{-5}} \approx 5.7 \times 10^{-10}, \text{ 碳酸氢根的水解常数}$$

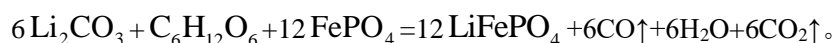
$$K_h(\text{HCO}_3^-) = \frac{K_w}{K_{a1}} = \frac{10^{-14}}{4.4 \times 10^{-7}} \approx 2.3 \times 10^{-8}, \text{ 则 } K_h(\text{NH}_4^+) < K_h(\text{HCO}_3^-), \text{ 因此常温下加入的}$$

NH_4HCO_3 溶液呈碱性；

(6)由在高温条件下， Li_2CO_3 、葡萄糖($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)和 FePO_4 可制备电极材料 LiFePO_4 ，同

时生成 CO 和 H_2O 可知，该反应中 Fe 价态降低， C 价态升高，结合得失电子守恒、原子守

恒可知该反应的化学方程式为



(二)选考题：

[选修 3：物质结构与性质]

18.

答案：(1). $\begin{array}{|c|c|} \hline 3s \\ \hline \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{|c|c|c|} \hline 3p \\ \hline \uparrow\downarrow \uparrow \\ \hline \end{array}$ ； (2). SiC (3). SiCl_4 (4). SiX_4 都是结构相似的分子
晶体，相对分子质量依次增大，分子间作用力依次增大 (5). 正四面体形 (6). sp^2 、 sp^3 ；

(7). $\text{N} > \text{C} > \text{H}$ (8). 54 (9). O (10). Mg_2GeO_4 (11). $= \frac{740}{abcN_A} \times 10^{21}$

解析：

(1)硅元素的原子序数为 14，价电子排布式为 $3s^2 3p^2$ ，则价电子排布图为 $\begin{array}{|c|c|} \hline 3s \\ \hline \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{|c|c|c|} \hline 3p \\ \hline \uparrow\downarrow \uparrow \\ \hline \end{array}$ ；原
子晶体的熔点取决于共价键的强弱，晶体硅和碳化硅都是原子晶体，碳原子的原子半径小于

硅原子，非金属性强于硅原子，碳硅键的键能大于硅硅键、键长小于硅硅键，则碳硅键强于硅硅键，碳化硅的熔点高于晶体硅，故答案为： $\begin{array}{c} 3s \\ \uparrow\downarrow \end{array} \quad \begin{array}{c} 3p \\ \uparrow\uparrow\uparrow \end{array}$ ；SiC；

(2) ①由题给熔沸点数据可知，0℃时，四氟化硅为气态，四氯化硅为液态，四溴化硅、四碘化硅为固态；分子晶体的沸点取决于分子间作用力的大小，SiX₄都是结构相似的分子晶体，相对分子质量依次增大，分子间作用力依次增大，则 SiX₄ 的沸点依次升高；SiX₄ 分子中硅原子的价层电子对数为 4，孤对电子对数为 0，则分子的空间构型为正四面体形，故答案为：SiCl₄；SiX₄ 都是结构相似的分子晶体，相对分子质量依次增大，分子间作用力依次增大；正四面体形；

②由 M²⁺ 离子的结构可知，离子中含有杂化方式为 sp³ 杂化的单键碳原子和 sp² 杂化的双键碳原子；元素的非金属性越强，其电负性越大，元素的非极性键强弱顺序为 N>C>H，则元素电负性的大小顺序为 N>C>H；M²⁺ 离子的结构中含有单键、双键和配位键，单键和配位键都是 σ 键，双键中含有 1 个 σ 键，则离子中含有 54 个 σ 键，故答案为：sp²、sp³；N>C>H；54；

(3) ①由晶胞结构可知，晶胞中位于顶点、面心、棱上和体内的 X 原子为

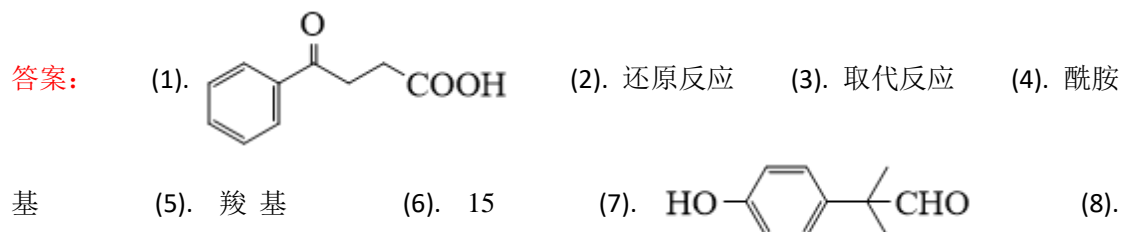
$8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} + 4 \times \frac{1}{4} + 3 = 8$ ，位于体内的 Y 原子和 Z 原子分别为 4 和 16，由 Ge 和 O 原子的个数比为 1: 4 可知，X 为 Mg 原子、Y 为 Ge 原子、Z 为 O 原子，则晶胞的化学式为 Mg₂GeO₄，故答案为：O；Mg₂GeO₄；

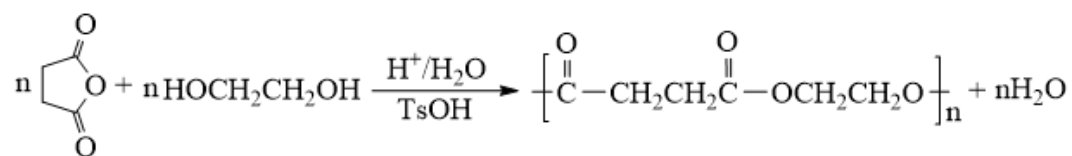
②由晶胞的质量公式可得： $\frac{4 \times 185}{N_A} = abc \times 10^{-21} \times \rho$ ，解得 $\rho = \frac{740}{abc N_A} \times 10^{21} \text{g/cm}^3$ ，故答案为：

$$\frac{740}{abc N_A} \times 10^{21}。$$

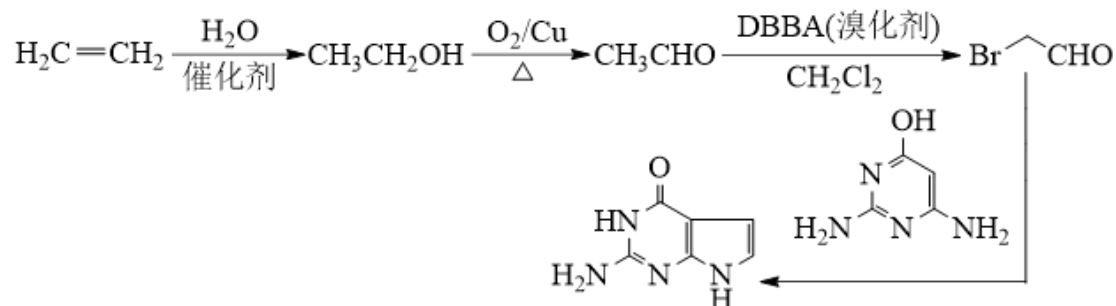
[选修 5：有机化学基础]

19.

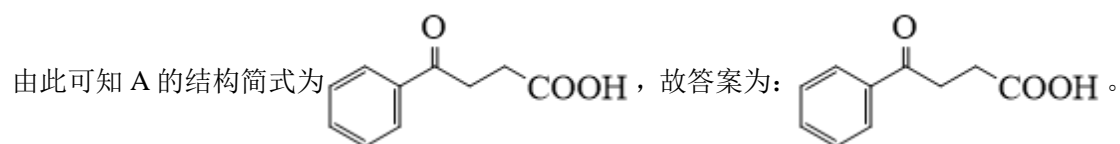
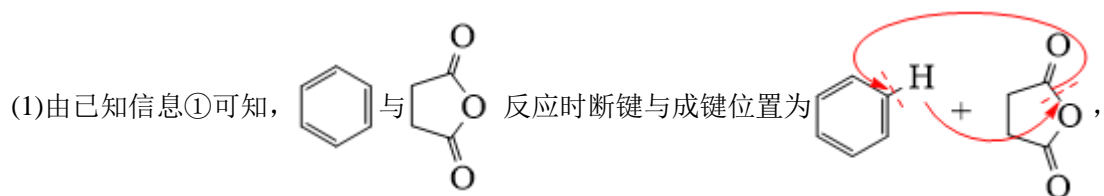




(9).



解析：



(2)A→B 的反应过程中失去 O 原子，加入 H 原子，属于还原反应；D→E 的反应过程中与醛基相连的碳原子上的 H 原子被溴原子取代，属于取代反应，故答案为：还原反应；取代反应。

(3)由图可知，M 中虚线框内官能团的名称为 a：酰胺基；b：羧基。

(4) 的同分异构体满足：①能发生银镜反应，说明结构中存在醛基，

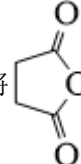
②与 FeCl_3 溶液发生显色反应，说明含有酚羟基，同时满足苯环上有 2 个取代基，酚羟基需占据苯环上的 1 个取代位置，支链上苯环连接方式（红色点标记）：

共五种，因此一共有 $5 \times 3 = 15$ 种结构；其中核磁共振氢谱有五组峰，因酚羟基

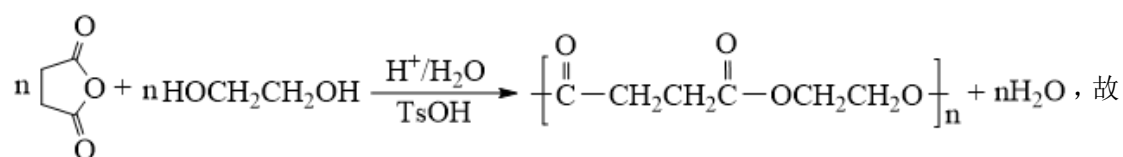
和醛基均无对称结构，因此峰面积之比为 6：2：2：1：1 的结构简式一定具有对称性(否则苯环上的氢原子不等效)，即苯环上取代基位于对位，核磁共振氢谱中峰面积比为 6 的氢原子位于与同一碳原子相连的两个甲基上，因此该同分异构的结构简式为

$\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CHO}$ ，故答案为：15； $\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CHO}$ 。

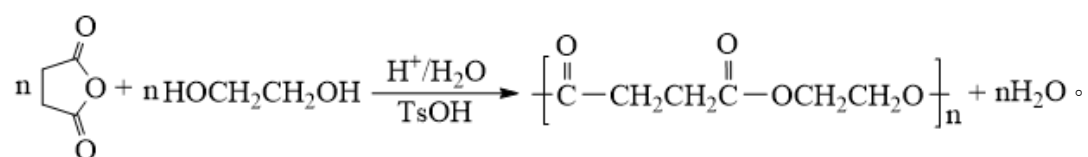
(5) 丁二酸酐()和乙二醇($\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$)合成聚丁二酸乙二醇酯

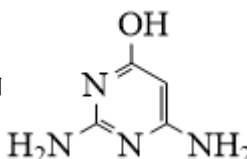
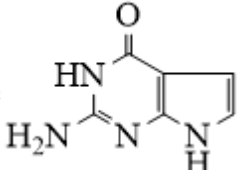
($\left[\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{O} \right]_n$)的过程中，需先将转化为丁二酸，可利用

已知信息②实现，然后利用 B→C 的反应类型合成聚丁二酸乙二醇酯，因此反应方程式为

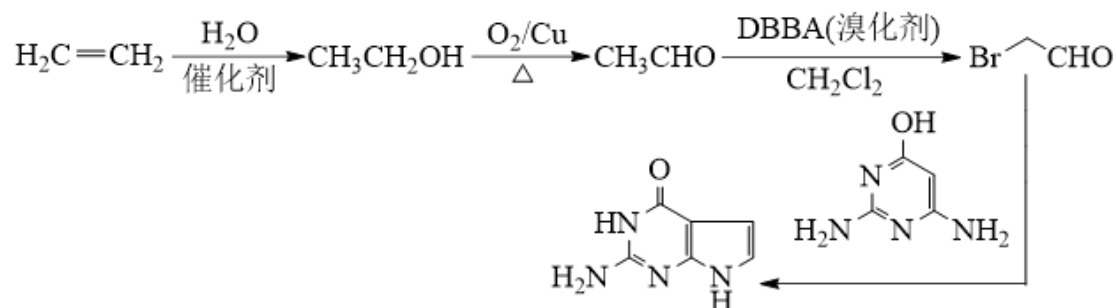


答案为：

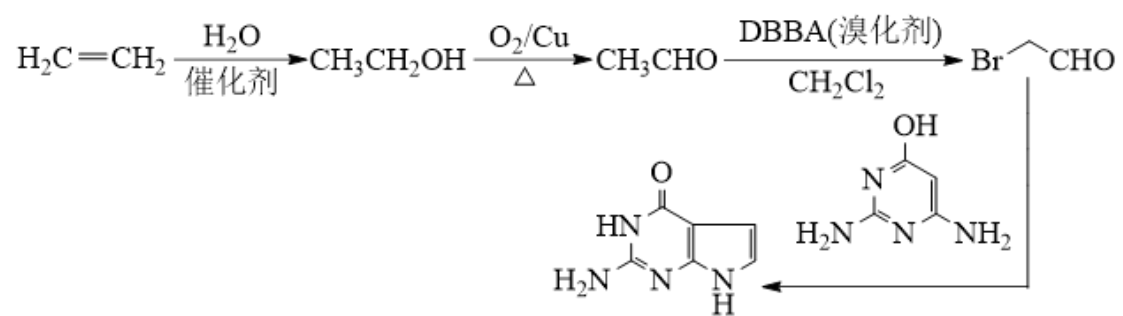


(6) 以乙烯和  为原料合成  的路线设计过程中，可利用

E→F 的反应类型实现，因此需先利用乙烯合成 $\text{Br}-\text{CH}_2-\text{CHO}$ ， $\text{Br}-\text{CH}_2-\text{CHO}$ 中醛基可通过羟基催化氧化而得， $\text{Br}-\text{CH}_2-\text{CHO}$ 中溴原子可利用 D→E 的反应类型实现，因此合成路线为



，故答案为：



。