

2021 年湖南省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

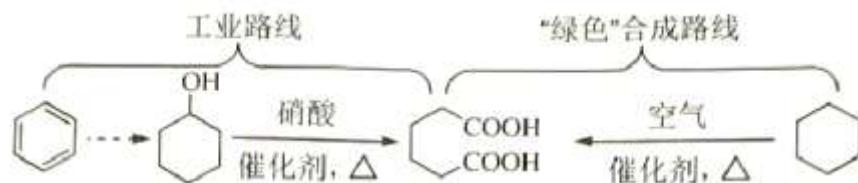
2.下列说法正确的是（ ）

- 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

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（ ）

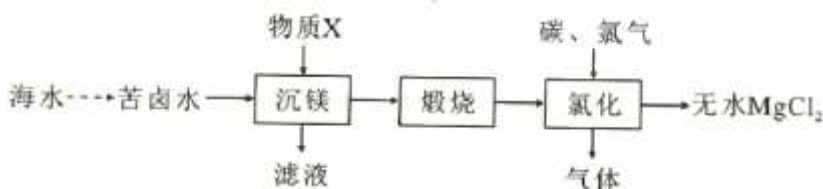
A. $18\text{gH}_2^{18}\text{O}$ 含有的中子数为 $10N_A$

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（ ）

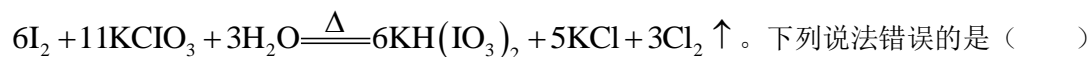
A. 简单离子半径： $Z > X > Y$

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：X > 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



A.产生 224 L（标准状况） Cl_2 时，反应中转移 10mole^-

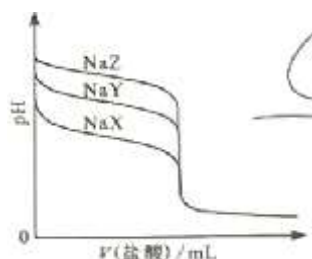
B.反应中氧化剂和还原剂的物质的量之比为 11 : 6

C.可用石灰乳吸收反应产生的 Cl_2 制备漂白粉

D.可用酸化的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 $0.1000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的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（ ）



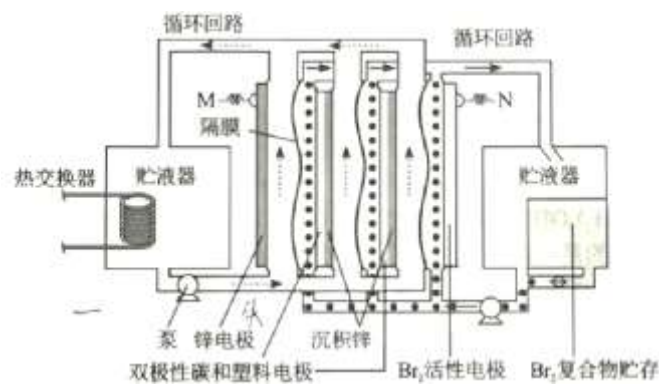
A.该 NaX 溶液中： $c(\text{Na}^+) > c(\text{X}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$

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示：



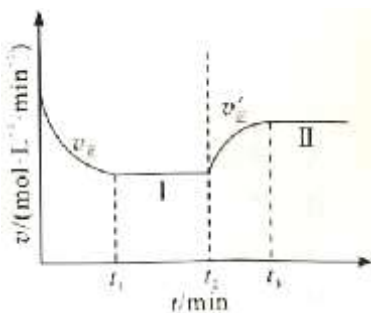
下列说法错误的是（ ）

- 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： $\text{A}(\text{g}) + 2\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{C}(\text{g}) \quad \Delta H < 0$ ，向一恒温恒容的密闭容器中充入 1molA 和 3molB 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（ ）



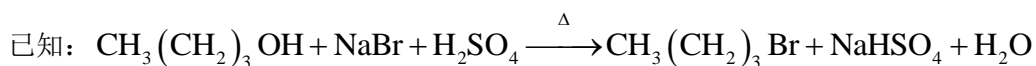
- A. 容器内压强不变，表明反应达到平衡
- B. t_2 时改变的条件：向容器中加入 C
- C. 平衡时 A 的体积分数 φ ： $\varphi(\text{II}) > \varphi(\text{I})$
- D. 平衡常数 K ： $K(\text{II}) < K(\text{I})$

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	$\text{Na}^+、\text{Al}^{3+}、\text{Cl}^-、\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	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	$\text{H}^+、\text{K}^+、\text{S}_2\text{O}_3^{2-}、\text{SO}_4^{2-}$	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	$\text{Na}^+、\text{Fe}^{3+}、\text{SO}_4^{2-}、\text{H}_2\text{O}_2$	能大量共存，粒子间不反应
D	$\text{H}^+、\text{Na}^+、\text{Cl}^-、\text{MnO}_4^-$	能大量共存，粒子间不反应

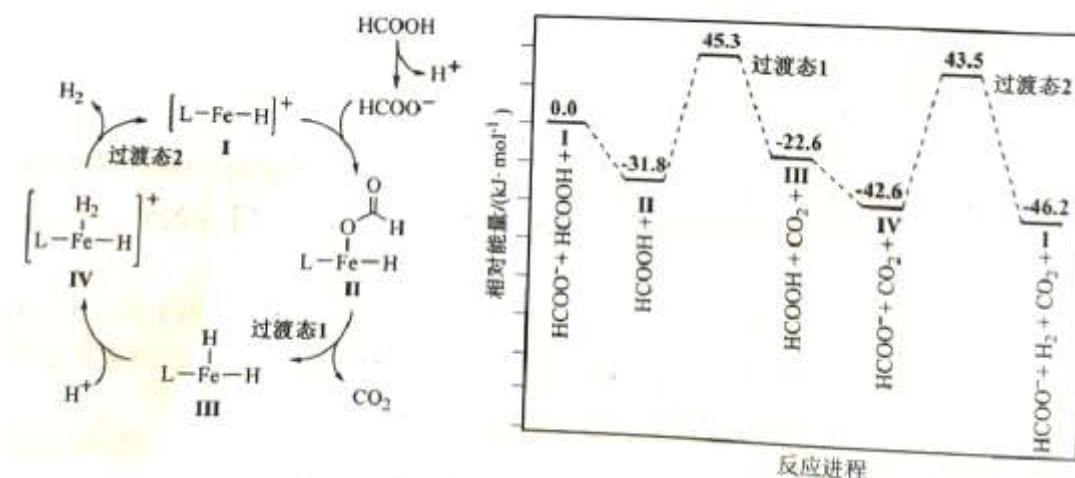
13.1-丁醇、溴化钠和 70% 的硫酸共热反应，经过回流、蒸馏、萃取分液制得 1-溴丁烷粗产品，装置如图所示：



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口放出
- 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（ ）

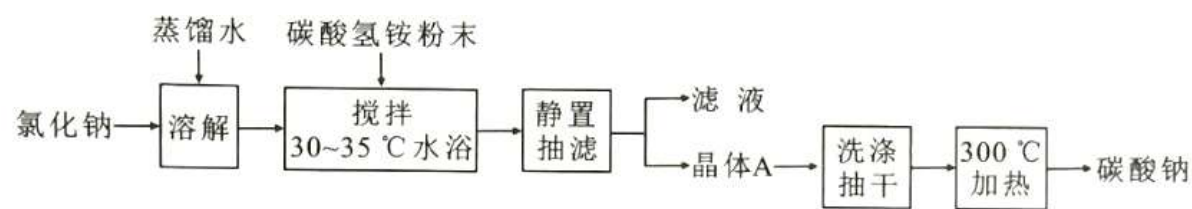
- A.该过程的总反应为 $\text{HCOOH} \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow$
- B. H^+ 浓度过大或者过小，均导致反应速率降低
- C.该催化循环中 Fe 元素的化合价发生了变化
- D.该过程的总反应速率由II→III步骤决定

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.（12 分）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（g / 100g H_2O ）

温度/ $^\circ\text{C}$	0	10	20	30	40	50	60
NaCl	35.7	35.8	36.0	36.3	36.6	37.0	37.3
NH_4HCO_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_4Cl	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°C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 NaHCO_3 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 NaHCO_3 质量分数的计算结果_____

（填“偏大”“偏小”或“无影响”）。

16. (14 分) 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	$\text{N} \equiv \text{N}$	$\text{H} - \text{H}$	$\text{N} - \text{H}$
键能 $E / (\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$	946	436.0	390.8

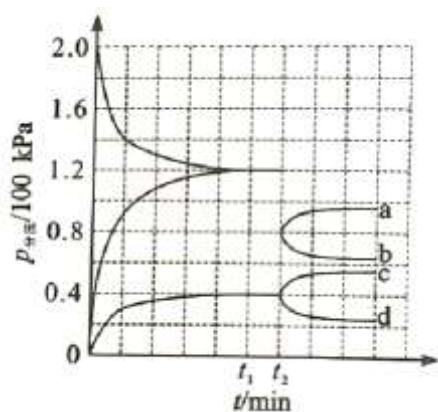
在一定温度下，利用催化剂将 NH_3 分解为 N_2 和 H_2 。回答下列问题：

(1) 反应 $2\text{NH}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$ $\Delta H =$ _____ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ；

(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°C B. 125°C C. 225°C D. 325°C

(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 0.1 mol NH_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 ；

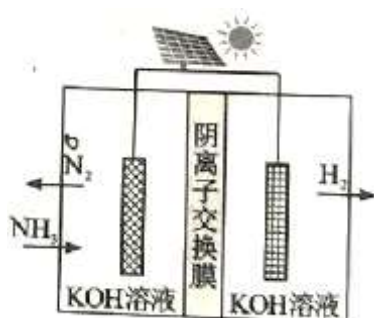
③在该温度下，反应的标准平衡常数 $K^\ominus = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(已知：分压=总压×该组物质的量分数，对于反应 $d\text{D}(\text{g}) + e\text{E}(\text{g}) \rightleftharpoons g\text{G}(\text{g}) + h\text{H}(\text{g})$

$$K^\ominus = \frac{\left(\frac{p_{\text{G}}}{p^\ominus}\right)^g \cdot \left(\frac{p_{\text{H}}}{p^\ominus}\right)^h}{\left(\frac{p_{\text{D}}}{p^\ominus}\right)^d \cdot \left(\frac{p_{\text{E}}}{p^\ominus}\right)^e}, \text{ 其中 } p^\ominus = 100\text{kPa}, p_{\text{G}}、p_{\text{H}}、p_{\text{D}}、p_{\text{E}} \text{ 为各组分的平衡分压}。$$

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。



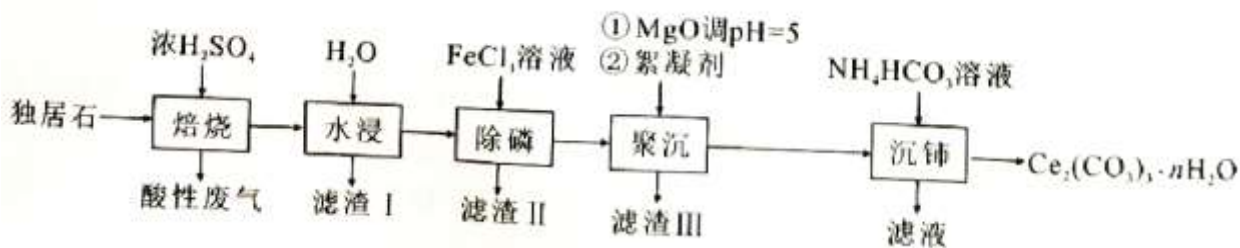
(4) 电解过程中 OH^- 的移动方向为 (填“从左往右”或“从右往左”)；

(5) 阳极的电极反应式为 。

KOH 溶液 KOH 溶液

17. (13 分) $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3$ 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。

18.[选修 3：物质结构与性质]（15 分）

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：

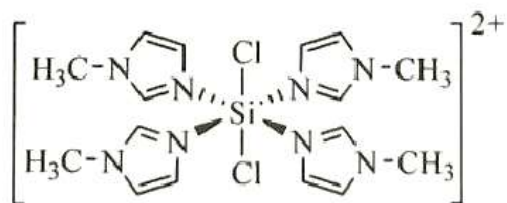
- (1) 基态硅原子最外层的电子排布图为_____，晶体硅和碳化硅熔点较高的是_____（填化学式）；
- (2) 硅和卤素单质反应可以得到 SiX_4 。

SiX_4 的熔沸点

	SiF_4	SiCl_4	SiBr_4	SiI_4
熔点/K	183.0	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_____；

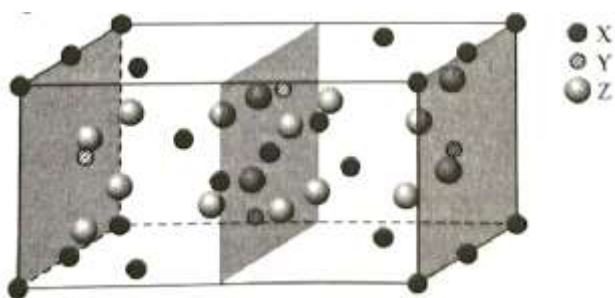
② SiCl_4 与 N-甲基咪唑 ($\text{H}_3\text{C}-\text{N}$ ) 反应可以得到 M^{2+} ，其结构如图所示：



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_____；

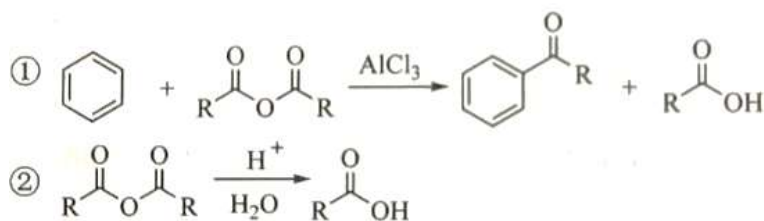
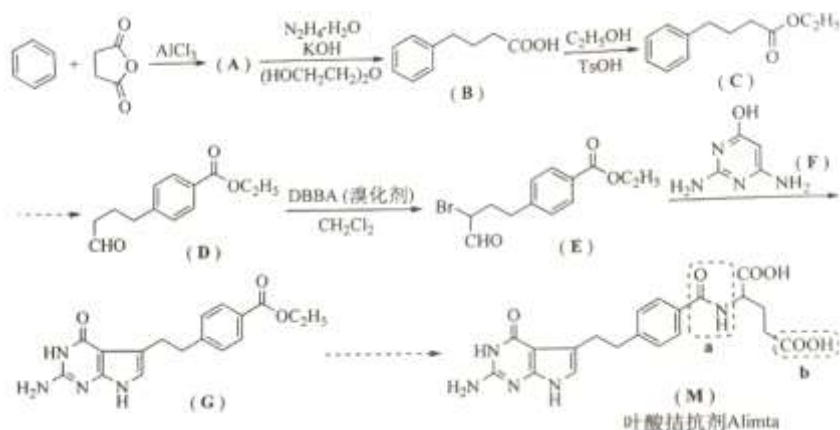
②已知该晶胞的晶胞参数分别为 $a\text{ nm}$ 、 $b\text{ nm}$ 、 $c\text{ nm}$ ， $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ ，则该晶体的密度

$\rho = \text{_____ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ （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）。

19.[选修 5：有机化学基础]（15 分）

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：



已知：

- (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）。