

2015 年普通高等学校招生全国统一考试 (福建卷)

理科综合能力测试化学试题

6. 下列制作铅笔的材料与相应工业不对应的是 ()
- A. 橡皮擦——橡胶工业 B. 铝合金片——冶金工业
C. 铅笔芯——电镀工业 D. 铅笔漆——涂料工业

【答案】C

【解析】A. 制取橡皮擦的原料是橡胶, 涉及到橡胶工业的生产, 正确。B. 铝合金片涉及金属 Al 的冶炼过程, 与冶金工业有关, 正确。C. 铅笔芯的原料是石墨和粘土, 与电镀工业无关, 错误。D. 铅笔外边刷的油漆和绘制的各种图案、文字等, 与有机合成的材料及涂料工业有关, 正确。故选项是 C。

【考点定位】考查制作铅笔涉及的材料与相关工业生成的关系的正误判断的知识。

【名师点睛】本题以学生的学习生活中必不可少、经常使用的最普通的铅笔为线索展示化学学习的重要性的研究。铅笔头上带有擦拭的橡皮擦原料是橡胶, 涉及以石油化工产品为原料的有机合成橡胶工业; 固定连接橡皮与铅笔的纽带——铝合金片涉及冶炼金属的冶金业; 为了增加和学习生活的视觉美感和亲和性, 在铅笔外皮刷的油漆及绘制的各种赏心悦目的图案、花纹、文字等使用的原料涉及到有机合成及涂料的生产和使用, 制作铅笔芯要以石墨和粘土为原料加工制成。只有对物质的各种成分全面认识, 才可以做出正确的判断。可见化学知识已经涉及生活的方方面面, 这充分证明学好化学的重要性和学好化学的必要性, 充分认识到化学是一门实用性学科, 渗透到各个领域、各个方面。

7. 下列关于有机化合物的说法正确的是 ()
- A. 聚氯乙烯分子中含碳碳双键 B. 以淀粉为原料可制取乙酸乙酯
C. 丁烷有 3 种同分异构体 D. 油脂的皂化反应属于加成反应

【答案】B

【解析】学科网

A. 聚氯乙烯分子是以氯乙烯为原料, 通过分子之间的特殊的加成反应——加聚反应形成, 发生加聚反应后分子中碳原子变为饱和碳原子, 不再含碳碳双键, 错误。B. 淀粉是多糖, 水解产生葡萄糖, 葡萄糖在酒化酶的作用下反应产生乙醇; 乙醇催化氧化产生乙醛, 乙醛在进一步氧化产生乙酸。乙酸与乙醇在加热和浓硫酸存在时发生酯化反应形成乙酸乙酯和水。因此以淀粉为原料可制取乙酸乙酯, 正确。C. 丁烷有正丁烷和异丁烷两种同分异构体, 错误。D. 油脂的皂化反应属于取代反应, 错误。

【考点定位】考查关于有机化合物的结构、性质、反应类型及同分异构体的判断的知识。

【名师点睛】 有机化合物是含有碳元素的化合物。本题以生活中常见的物质聚氯乙烯、淀粉、肥皂的成分为线索展开对有机物的研究。包装材料的聚氯乙烯、研究酯化反应的代表性物质乙酸乙酯是以人们的生活必须物质淀粉为原料生产、丁烷的不同结构研究有机物存在同分异构现象、生活中经常使用的洗涤剂肥皂的皂化反应原理，研究加聚反应、酯化反应、皂化反应的反应特点、有机物同分异构体的书写特点。有机物的同分异构体类型通常有：碳链异构、官能团异构、位置异构等，有时还存在空间异构，要充分利用题目提供的信息来书写符合题意的同分异构体。掌握物质的化学性质和物质发生反应时断键部位以及同分异构体的概念书写规律是解决本题的关键。

8. 下列实验操作正确且能达到相应实验目的的是 ()

	实验目的	实验操作
A	称取 2.0gNaOH 固体	先在托盘上各放一张滤纸，然后在右盘上添加 2g 砝码，左盘上添加 NaOH 固体
B	配制 FeCl ₃ 溶液	将 FeCl ₃ 固体溶解于适量蒸馏水
C	检验溶液中是否含有 NH ₄ ⁺	取少量试液于试管中，加入 NaOH 溶液并加热，用湿润的红色石蕊试纸检验产生的气体
D	验证铁的吸氧腐蚀	将铁钉放入试管中，用盐酸浸没

【答案】 C

【解析】 学科网

A. NaOH 有腐蚀性，不能在天平上直接称量，应该在烧杯等仪器中称量，错误。B. FeCl₃ 是强酸弱碱盐，Fe³⁺ 发生水解反应产生溶解度小的 Fe(OH)₃ 使溶液显浑浊，所以配制 FeCl₃ 溶液时，应该将 FeCl₃ 固体溶解于适量的稀盐酸中，然后再加水稀释，错误。C. 检验溶液中是否含有 NH₄⁺ 的方法是取少量试液于试管中，加入 NaOH 溶液并加热，用湿润的红色石蕊试纸检验产生的气体，若湿润的红色石蕊试纸变为蓝色，就证明产生的气体是 NH₃，原溶液中含有 NH₄⁺，正确。D. 要验证铁的吸氧腐蚀，应该将铁钉放入试管中，用中性电解质食盐的水溶液浸没，而不能使用酸性物质，否则发生的就是析氢腐蚀，错误。

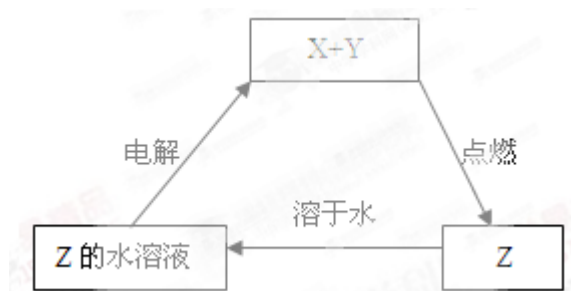
【考点定位】 考查化学实验操作正与相应实验目的的正误判断的知识。

【名师点睛】 化学是一门实验性学科。称量物质、配制溶液、物质成分的检验、物质反应的原理探究都是化学实验的基本知识和能力的掌握。进行定量实验就要称量物质，一般的原则是左物右码，对于有腐蚀性的药品为防止腐蚀天平，要将药品放在烧杯等仪器中称量；配制溶液时除了得到相应的符合要求的浓度的溶液外，还要考虑溶剂的种类、物质是否会水解变质，使溶液变浑浊或是否会被氧化或还原，

要采取什么措施，使用什么方法得到澄清的溶液，要根据常见物质的微粒的性质，掌握其检验方法。

了解钢铁等常见的金属制品发生金属腐蚀的类型及保护措施。金属腐蚀类型有化学腐蚀、电化学反应；电化学反应又可根据电解质的酸碱性的不同分为在酸性环境发生析氢腐蚀，在中性或碱性环境发生吸氧腐蚀。无论什么环境都是金属失去电子被氧化而引起腐蚀，只有了解了变质原理，才可以对金属进行有效的保护。了解反应原理、使用原则、物质的性质是解决问题的关键。

9. 纯净物 X、Y、Z 转化关系如右图所示，下列判断正确的是 ()



- A. X 可能是金属铜
- B. Y 不可能是氢气
- C. Z 可能是氯化钠
- D. Z 可能是三氧化硫

【答案】A

【解析】

试题分析：A. 若 X 是 Cu，Y 是 Cl_2 ，Cu 在 Cl_2 燃烧产生的 Z 是 CuCl_2 ，电解 CuCl_2 溶液产生 Cu 和 Cl_2 ，符合上述物质转化关系，正确。B. 若 X 是 Cl_2 ，Y 是氢气，氢气在氯气中燃烧产生 Z 是 HCl，电解 HCl 的水溶液，产生氢气和氯气，符合上述物质转化关系，错误。C. 若 Z 是氯化钠，则 X、Y 分别是 Na 和 Cl_2 中的一种；电解氯化钠水溶液会产生氢气、氯气、氢氧化钠，不能产生金属钠，不符合上述物质转化关系，错误。D. 若 Z 是三氧化硫，而 X、Y 分别是 O_2 和 SO_2 中的一种， SO_3 溶于水产生硫酸，电解硫酸溶液，实质是电解水，产生氢气和氧气，不能产生 O_2 和 SO_2 ，不符合上述转化关系，错误。

【考点定位】考查物质的性质及转化关系的正误判断的知识。

【名师点睛】在物质的化学性质及相互转化关系中，要充分利用物质的化学性质、反应条件及反应物生成物的种类，同时掌握电解原理并加以灵活应用。电解物质时首先要看清电解时阳极材料是活性电极还是惰性电极，活性电极是电极本身被氧化，惰性电极，就要看电解质溶液（或熔融电解质）的阴离子放电顺序确定阳极的电极反应，再根据电解质溶液（或熔融电解质）的阳离子放电顺序确定阴极电极反应式，利用在闭合回路中电子转移数目相等，将两个电极反应式叠加得到总反应方程式，了解电解

原理，掌握物质的化学性质及相互关系是解决本题的关键。

10. 短周期元素 X、Y、Z、W 在元素周期表中的相对位置如右下图所示，其中 W 原子的质子数是其最外层电子数的三倍，下列说法不正确的是 ()

	X	Y
Z	W	

- A. 原子半径： $W > Z > Y > X$
B. 最高价氧化物对应水化物的酸性： $X > W > Z$
C. 最简单气态氢化物的热稳定性： $Y > X > W > Z$
D. 元素 X、Z、W 的最高化合价分别与其主族序数相等

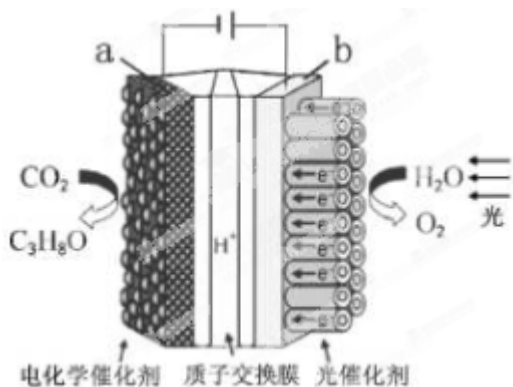
【答案】A

【解析】在短周期元素中，W 原子的质子数是其最外层电子数的三倍，则 W 是 15 号的 P 元素，根据元素在周期表中的相对位置关系可确定：X 是 N 元素，Y 是 O 元素；Z 是 Si 元素。A. 同一周期的元素，原子序数越大，原子半径越小；不同周期的元素，原子核外电子层数越多，原子半径就越大。因此这四种元素的原子半径大小关系是： $Z > W > X > Y$ ，错误。B. 元素的非金属性越强，其最高价氧化物对应的水化物的酸性越强。由于元素的非金属性： $X > W > Z$ ，所以它们的最高价氧化物对应水化物的酸性： $X > W > Z$ ，正确。C. 元素的非金属性越强，其相应的最简单的氢化物的稳定性就越强。由于元素的非金属性： $Y > X > W > Z$ ，所以元素的氢化物的稳定性： $Y > X > W > Z$ ，正确。D. 除非金属性很强的 F、O 元素外，一般情况下，元素原子的最外层电子数等于该元素原子的最外层电子数。X、Z、W 的最高化合价分别与其主族序数相等，正确。学科网

【考点定位】考查元素的推断、元素周期表、元素周期律的应用的知识。

【名师点睛】元素周期表是学习化学的工具，元素周期律是化学学习的重要规律。利用元素周期表、元素周期律，结合元素的位、构、性三者的密切关系进行元素推断是化学重要的知识。元素原子的核外电子层数是元素在周期表的周期数，最外层电子数是元素原子所在的主族序数，同一周期随着元素原子序数的增大，原子半径逐渐减小，元素的金属性逐渐减弱，非金属性逐渐增强；同一主族的元素从上到下，原子半径逐渐增大，元素的金属性逐渐增强，非金属性逐渐减弱。掌握元素的金属性、非金属性强弱比较方法，结合元素所在的族序数与元素化合价的关系进行判断，确定其正确性。

11. 某模拟“人工树叶”电化学实验装置如右图所示，该装置能将 H_2O 和 CO_2 转化为 O_2 和燃料 (C_3H_8O)。下列说法正确的是 ()



- A. 该装置将化学能转化为光能和电能
- B. 该装置工作时， H^+ 从 b 极区向 a 极区迁移
- C. 每生成 1 mol O_2 ，有 44 g CO_2 被还原
- D. a 电极的反应为： $3CO_2 + 16H^+ - 18e^- = C_3H_8O + 4H_2O$

【答案】B

【解析】A. 根据图示可知，该装置将电能和光能转化为化学能，错误。B. 根据同种电荷相互排斥，异种电荷相互吸引的原则，该装置工作时， H^+ 从正电荷较多的阳极 b 极区向负电荷较多的阴极 a 极区迁移，正确。C. 该反应的总方程式是： $6CO_2 + 8H_2O = 2C_3H_8O + 9O_2$ 。根据反应方程式可知，每生成 1 mol O_2 ，有 $2/3$ mol CO_2 被还原，其质量是 $88/3$ g，错误。D. 根据图示可知与电源负极连接的 a 电极为阴极，发生还原反应，电极的反应式为： $3CO_2 + 18H^+ + 18e^- = C_3H_8O + 5H_2O$ ，错误。学科网

【考点定位】考查电解池反应原理的应用的知识。

【名师点睛】电化学理论是化学学习的重要理论，特别是在科技迅速发展，人均能耗不断增加，能源日趋紧张的今天，了解电化学理论，实现能量的转化，减少对环境的污染和保护，都是非常必要的。电化学知识包括原电池和电解池，首先要确定装置是原电池还是电解池。确定方法是观察图示是否有电源，若有就是电解池，否则就是原电池。电解池工作时，阳极发生氧化反应，阴极发生还原反应。结合电解质溶液的酸碱性书写电极反应式、总反应方程式，并根据电性作用原理：同种电荷相互排斥，异种电荷相互吸引确定电解质溶液中离子移动的方向。原电池工作时，活动性强的电极为负极，发生氧化反应，活动性弱的电极为正极，正极上发生还原反应。要掌握电化学反应原理，利用好图示及题干提供的信息，是本题解决的关键。

12. 在不同浓度 (c)、温度 (T) 条件下，蔗糖水解的瞬时速率 (v) 如下表。下列判断不正确的是 ()

$v/\text{mmol}/(\text{L} \cdot \text{min})$	$c/\text{mol}/\text{L}$	0.600	0.500	0.400	0.300
T/K	min)				
318.2		3.60	3.00	2.40	1.80
328.2		9.00	7.50	a	4.50
b		2.16	1.80	1.44	1.08

- A. $a=6.00$ B. 同时改变反应温度和蔗糖的浓度, v 可能不变
 C. $b < 318.2$ D. 不同温度时, 蔗糖浓度减少一半所需的时间相同

【答案】D

【解析】A. 根据表格的数据可知: 温度不变时, 蔗糖的浓度越大, 水解的速率越快。根据浓度与速率的变化关系可知: 在 328.2T 时, 蔗糖的浓度每减小 0.100mol/L, 水解速率减小 1.50mmol/(L·min), 所以在温度是 328.2T、浓度是 0.400mol/L 时, 水解的速率是 $a=7.50-1.50=6.00 \text{ mmol}/(\text{L}\cdot\text{min})$, 正确。B. 根据表格数据可知: 升高温度, 水解速率增大, 增大浓度, 水解速率也增大, 若同时改变反应物的浓度和反应的温度, 则二者对水解反应速率的影响因素可能相互抵消, 使反应速率可能不发生改变, 正确。C. 在物质的浓度不变时, 升高温度, 水解速率增大, 降低温度, 水解速率减小。由于在物质的浓度是 0.600mol/L 时, 温度是 318.2T 时水解速率是 3.60 mmol/(L·min), 现在该反应的速率是 2.16 mmol/(L·min) < 3.60 mmol/(L·min), 说明反应温度低于 318.2 T。即 $b < 318.2$, 正确。D. 不同温度时, 蔗糖浓度减少, 所以速率减慢, 但是温度不同, 在相同的浓度时的反应速率不相同, 错误。

【考点定位】 考查蔗糖水解的速率与温度、物质的浓度的关系的计算与判断的知识。

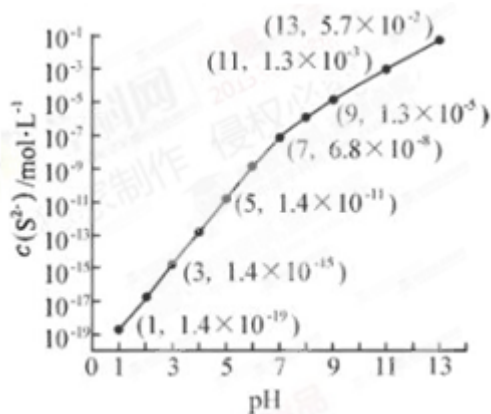
【名师点睛】 研究化学反应, 既要看到反应进行的快慢, 也要看物质转化的程度大小, 因此掌握化学反应速率、化学平衡移动原理是生活、生产的非常必要的理论知识。本题以蔗糖的水解反应为线索, 考查了温度、浓度对水解反应速率大小影响, 同时考查学生对数据进行观察、分析、判断和应用的能力。掌握各种因素(内因、外因)对化学反应速率的影响、观察数据的变化特点是本题解决的关键。

23. (15 分) 研究硫元素及其化合物的性质具有重要意义。

(1) ①硫离子的结构示意图为_____。

②加热时, 硫元素的最高价氧化物对应水化物的浓溶液与木炭反应的化学方程式为_____。

(2) 25°C, 在 0.10mol·L⁻¹H₂S 溶液中, 通入 HCl 气体或加入 NaOH 固体以调节溶液 pH, 溶液 pH 与 c(S²⁻) 关系如右图(忽略溶液体积的变化、H₂S 的挥发)。



① pH=13 时，溶液中的 $c(\text{H}_2\text{S})+c(\text{HS}^-)=$ _____ $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

② 某溶液含 $0.020 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{Mn}^{2+}$ 、 $0.10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{H}_2\text{S}$ ，当溶液 pH=_____ 时， Mn^{2+} 开始沉淀。[已知：

$$K_{\text{sp}}(\text{MnS})=2.8\times 10^{-13}]$$

(3) 25℃，两种酸的电离平衡常数如右表。

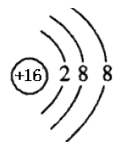
	$K_{\text{a}1}$	$K_{\text{a}2}$
H_2SO_3	1.3×10^{-2}	6.3×10^{-4}
H_2CO_3	4.2×10^{-7}	5.6×10^{-11}

① HSO_3^- 的电离平衡常数表达式 $K=$ _____。

② $0.10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{SO}_3$ 溶液中离子浓度由大到小的顺序为_____。

③ H_2SO_3 溶液和 NaHCO_3 溶液反应的主要离子方程式为_____。

【答案】 (15 分)



(1) ① _____；② $\text{C}+2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} 2\text{SO}_2\uparrow+\text{CO}_2\uparrow+2\text{H}_2\text{O}$ ；

(2) ① 0.043；② 5。

(3) ① $\frac{c(\text{H}^+)\cdot c(\text{SO}_3^{2-})}{c(\text{HSO}_3^-)}$ ；② $c(\text{Na}^+)>c(\text{SO}_3^{2-})>c(\text{OH}^-)>c(\text{HSO}_3^-)>c(\text{H}^+)$ ；

③ $\text{H}_2\text{SO}_3+\text{HCO}_3^-=\text{HSO}_3^-+\text{CO}_2\uparrow+\text{H}_2\text{O}$ 。



【解析】(1) ①S 是 16 号元素。S 原子获得 2 个电子变为 S^{2-} ，硫离子的结构示意图为 。②加热时，

浓硫酸与木炭发生反应产生 SO_2 、 CO_2 和水，反应的化学方程式为 $C+2H_2SO_4(浓) \xrightarrow{\Delta} 2SO_2\uparrow +CO_2\uparrow+2H_2O$ ；①根据图像可知，在 $pH=13$ 时， $c(S^{2-})=5.7\times 10^{-2}mol/L$ ，在 $0.10mol\cdot L^{-1}H_2S$ 溶液中，根据 S 元素守恒可知： $c(S^{2-})+c(H_2S)+c(HS^-)=0.1mol/L$ ，而 $c(S^{2-})=5.7\times 10^{-2}mol/L$ ，因此 $c(H_2S)+c(HS^-)=0.1mol/L-5.7\times 10^{-2}mol/L=0.043mol/L$ 。②由于 $K_{sp}(MnS)=2.8\times 10^{-13}$ ，在某溶液 $c(Mn^{2+})=0.020mol\cdot L^{-1}$ ，则开始形成沉淀需要的 S^{2-} 的浓度是 $c(S^{2-})=K_{sp}(MnS)/c(Mn^{2+})=2.8\times 10^{-13}/0.020mol/L=1.4\times 10^{-11}mol/L$ ，根据图像中 $c(S^{2-})$ 与溶液的 pH 关系可知，此时溶液 $pH=5$ ， Mn^{2+} 开始形成沉淀。(3) ①根据电离平衡常数的含义

可知： HSO_3^- 的电离平衡常数表达式是 $K = \frac{c(H^+) \cdot c(SO_3^{2-})}{c(HSO_3^-)}$ 。②盐 Na_2SO_3 在溶液中电离的方程式是： $Na_2SO_3=2Na^++SO_3^{2-}$ ，该盐是强碱弱酸盐，弱酸根离子 SO_3^{2-} 发生水解反应： $SO_3^{2-}+H_2O\rightleftharpoons HSO_3^-+OH^-$ ，水解产生的 HSO_3^- 又有部分发生水解反应： $HSO_3^-+H_2O\rightleftharpoons H_2SO_3+OH^-$ ，水解是逐步进行的，而且在溶液中还存在水的电离平衡，但是盐水解程度是微弱的，主要以盐电离产生的离子存在，所以 $0.10mol\cdot L^{-1}Na_2SO_3$ 溶液中离子浓度由大到小的顺序为 $c(Na^+)>c(SO_3^{2-})>c(OH^-)>c(HSO_3^-)>c(H^+)$ 。③由于多元弱酸分步电离，电离程度：一级电离>二级电离，电离程度越大，电离平衡常数就越大。所以根据表格数据可知 H_2SO_3 的二级电离平衡常数大于 H_2CO_3 的一级电离平衡常数，故 H_2SO_3 溶液和 $NaHCO_3$ 溶液反应的主要是复分解反应的规律：强酸与弱酸的盐发生反应制取弱酸。其离子方程式为

$H_2SO_3+HCO_3^-=HSO_3^-+CO_2\uparrow+H_2O$ 。学科网

$H_2SO_3+HCO_3^-=HSO_3^-+CO_2\uparrow+H_2O$ 。学科网

【考点定位】考查元素原子结构示意图的书写、物质性质的化学方程式书写、盐的水解平衡、弱电解质电离平衡、沉淀溶解平衡的知识在离子浓度大小比较的应用。

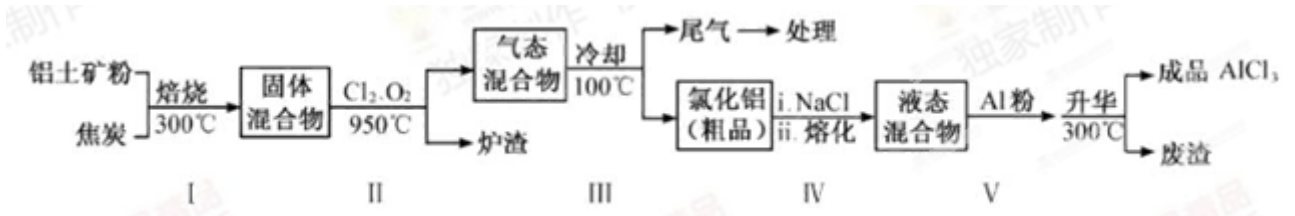
【名师点睛】物质的结构决定物质的性质。元素的性质由元素的原子结构决定，了解元素在发生反应时是原子的最外层电子发生变化，原子核不发生变化。原子失去或获得电子形成离子。从而得到相应的离子或原子结构示意图，掌握浓硫酸有三大特性：吸水性、脱水性、强氧化性，再根据氧化还原反应中元素的化合价升降总数与电子得失数目相等的守恒规律，写出物质反应时的化学方程式。在比较溶液中离子浓度大小关系时，要考虑盐的水解平衡、水等弱电解质的电离平衡，并结合元素的原子守恒、电荷守恒及水电离平衡的质子守恒关系进行。弄清坐标系中横坐标、纵坐标的含义，认识离子浓度与溶液 pH 的转化，了解弱电解质的电离平衡、沉淀溶解平衡平衡都遵循化学平衡移动原理，应用平衡移动原理分析化学平衡常数、沉淀形成的 pH 及微粒浓度大小比较。掌握物质的化学性质、平衡移动原理、

盐的水解规律是本题的关键。

24. (15分)无水氯化铝在生产、生活中应用广泛。

(1) 氯化铝在水中形成具有净水作用的氢氧化铝胶体，其反应的离子方程式为_____。

(2) 工业上用铝土矿（主要成分为 Al_2O_3 ，含有 Fe_2O_3 、 SiO_2 等杂质）制取无水氯化铝的一种工艺流程示意如下：



已知：

物质	SiCl_4	AlCl_3	FeCl_3	FeCl_2
沸点/ $^\circ\text{C}$	57.6	180 (升华)	300 (升华)	1023

①步骤 I 中焙烧使固体水分挥发、气孔数目增多，其作用是_____（只要求写出一种）。

②步骤 II 中若不通入氯气和氧气，则反应生成相对原子质量比硅大的单质是_____。

③已知：



由 Al_2O_3 、C 和 Cl_2 反应生成 AlCl_3 的热化学方程式为_____。

④步骤 III 经冷却至室温后，气体用足量的 NaOH 冷溶液吸收，生成的盐主要有 3 种，其化学式分别为_____。

⑤结合流程及相关数据分析，步骤 V 中加入铝粉的目的是_____。

【答案】 (15分) (1) $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$

(2) ①防止后续步骤生成的 AlCl_3 水解或增大反应物的接触面积，加快反应速率。

②Fe 或铁；③ $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{C}(\text{s}) + 3\text{Cl}_2(\text{g}) = 2\text{AlCl}_3(\text{g}) + 3\text{CO}(\text{g}) \quad \Delta H = +174.9 \text{ kJ/mol}$;

④ NaCl 、 NaClO 、 NaClO_3 ；⑤除去 FeCl_3 ，提高 AlCl_3 纯度。

【解析】 (1) 氯化铝是强酸弱碱盐，在溶液中 Al^{3+} 发生水解反应产生氢氧化铝胶体，其反应的离子方程式为 $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$ ；(2) ①步骤 I 中焙烧使固体中的水分挥发，导致气孔数目增多，其作用是可以防止后续步骤生成的 AlCl_3 水解。同时由于增大反应物的接触面积，使反应速率加快。②根据物质中含有的元素组成可知：若在步骤 II 中不通入氯气和氧气，则反应生成相对原子质量比硅大的

单质是铁。③第一个式子减去第二个式子，整理可得： $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})+3\text{C}(\text{s})+3\text{Cl}_2(\text{g})=2\text{AlCl}_3(\text{g})+3\text{CO}(\text{g})$
 $\Delta H=+174.9\text{kJ/mol}$ ；④步骤III经冷却至室温后，气体用足量的NaOH冷溶液吸收，生成的盐主要有3种，
 Cl_2 与浓NaOH溶液发生反应产生NaCl、NaClO₃和水，随着反应的进行，溶液变稀。这时 Cl_2 与稀的
 NaOH溶液发生反应，形成NaCl、NaClO。因此得到的三种盐的化学式分别为NaCl、NaClO、NaClO₃。
 ⑤由于Al的活动性比Fe强，在步骤V中加入铝粉，就可以将铁置换出来，达到除去除去FeCl₃，提高
 AlCl₃纯度的目的。

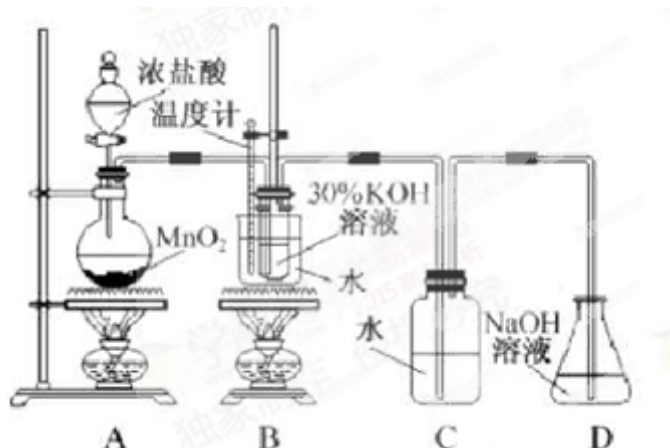
【考点定位】考查盐的水解、反应条件的控制、热化学方程式的书写、物质反应充分的确定及化学试剂的
 作用的判断的知识。

【名师点睛】离子方程式、热化学方程式都是化学用语，是学习化学的基础。要掌握反应规律。在分析该
 题目，书写盐水解的离子方程式时，要知道，盐水解的程度是微弱的，水解产生的物质很少，不能形
 成沉淀或气体，因此写离子方程式应该不能写沉淀符号或气体符号，要用可逆号“ \rightleftharpoons ”，不能使用
 等号“ $=$ ”，要掌握盐的水解规律是：有弱才水解，谁弱谁水解，谁强显谁性。在进行热化学方程式
 书写时，要注意物质的存在状态、物质的多少与能量相对应。注意热化学方程式的系数只表示物质的
 量，因此可以用分数系数，也可以用整数系数。反应放出的热量多少，只与反应物质起始状态和终了
 状态有关，与反应的物质多少有关，而与反应途径无关。利用盖斯定律进行反应热的计算，不仅可以
 计算能够直接发生反应的物质的反应热，也可以计算不能直接反应的或不容易测定的反应的反应热。
 在进行反应条件的控制、化学试剂的选择使用时，从固体物质的表面积的大小、盐的水解等多个对化
 学反应速率影响的角度分析，从参加反应的物质及可能发生的反应判断溶液的成分。掌握物质的化学
 性质、盐的水解规律、化学反应速率的影响因素是解决本题的关键。

25. (15分) 某化学兴趣小组制取氯酸钾和氯水并进行有关探究实验。

实验一 制取氯酸钾和氯水

利用右图所示的实验装置进行实验。



(1) 制取实验结束后，取出 B 中试管冷却结晶、过滤、洗涤。该实验操作过程需要的玻璃仪器有

_____。

(2) 若对调 B 和 C 装置的位置，_____ (填“能”或“不能”)提高 B 中氯酸钾的产率。

实验二 氯酸钾与碘化钾反应的探究

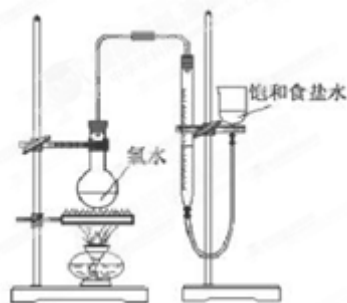
(3) 在不同条件下 KClO_3 可将 KI 氧化为 I_2 或 KIO_3 。该小组设计了系列实验研究反应条件对反应产物的影响，其中系列 a 实验的记录表如下(实验在室温下进行)：

试管编号	1	2	3	4
$0.20\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{KI}/\text{ml}$	1.0	1.0	1.0	1.0
$\text{KClO}_3(\text{s})/\text{g}$	0.10	0.10	0.10	0.10
$6.0\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{H}_2\text{SO}_4/\text{ml}$	0	3.0	6.0	9.0
蒸馏水	9.0	6.0	3.0	0
实验现象				

①系列 a 实验的实验目的是_____。

②设计 1 号试管实验的作用是_____。

③若 2 号试管实验现象为“黄色溶液”，取少量该溶液加入淀粉溶液显蓝色；假设氧化产物唯一，还原产物为 KCl ，则此反应的离子方程式为_____。



实验三 测定饱和氯水中氯元素的总量

(4) 该小组设计的实验方案为：使用右图装置，加热 15.0ml 饱和氯水试样，测定产生气体的体积。

此方案不可行的主要原因是_____。(不考虑实验装置及操作失误导致不可行的原因)

(5) 根据下列资料，为该小组设计一个可行的实验方案(不必描述操作过程的细节)：_____

资料：i. 次氯酸会破坏酸碱指示剂；

ii. 次氯酸或氯水可被 SO_2 、 H_2O_2 、 FeCl_2 等物质还原成 Cl^- 。

【答案】(15 分) (1) 烧杯、漏斗、玻璃棒、胶头滴管(不填“胶头滴管”也可)； (2) 能；

(3) ①研究反应体系中硫酸浓度对反应产物的影响；

②硫酸浓度为 0 的对照实验；



(4) 因存在 Cl_2 的重新溶解、 HClO 分解等，此方案无法测算试样含氯总量(或其他合理答案)。

(5) 量取一定量的试样，加入足量的 H_2O_2 溶液，加热除去过量的 H_2O_2 ，冷却，再加入足量的硝酸银溶液，称量沉淀质量(或其他合理答案)。

【解析】 (1) 制取实验结束后，取出 B 中试管冷却结晶、过滤、洗涤。根据进行该实验操作过程使用的仪器可知：在该实验操作过程需要的玻璃仪器有烧杯、漏斗、玻璃棒、胶头滴管；(2) Cl_2 与热的 KOH 溶液发生反应产生氯酸钾和氯化钾及水，与冷的 KOH 发生反应产生的在 KCl 、 KClO 和水。因此若对调 B 和 C 装置的位置，可以除去 Cl_2 中的混有的杂质 HCl 气体，减少氯气溶解对反应造成的溶液显酸性的不利影响，故能提高 B 中氯酸钾的产率。(3) ①根据表格数据可知： KI 、 KClO_3 的物质的量不变，改变的只有硫酸的体积和水的多少，二者的和相等，及硫酸的浓度不同，而溶液的体积相同。可见该实验研究的目的是研究反应体系中硫酸浓度对反应产物的影响；②设计 1 号试管实验的作用是硫酸溶液没有加入，即硫酸的浓度是 0，可以进行对照实验，比较硫酸不同浓度的影响。③若 2 号试管实验现象为“黄色溶液”，取少量该溶液加入淀粉溶液显蓝色，证明产生了 I_2 ；假设氧化产物唯一，还原产物为 KCl ，根据氧化还原反应中电子守恒、电荷守恒及原子守恒，可得该反应的离子方程式为 $\text{ClO}_3^- + 6\text{I}^- + 6\text{H}^+ = \text{Cl}^- + 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ 。(4) 该小组设计的实验方案为：使用右图装置，加热 15.0ml 饱和氯水试样，测定产生气体的体积。此方案不可行，主要原因是在溶液中存在 Cl_2 的重新溶解及 HClO 分解产生 HCl 和氧气等。(5) 由于次氯酸会破坏酸碱指示剂，因此实验设计时不用酸碱指示剂，可以利用氯水的强氧化性，向该溶液中加入足量的足量的 H_2O_2 溶液，发生氧化还原反应产生 Cl^- ， H_2O_2 被氧化变为 O_2 ，然后加热除去过量的 H_2O_2 ，冷却，再加入足量的硝酸银溶液，发生沉淀反应形成 AgCl 沉淀，称量沉淀质量可根据物质的元素组成确定其中含有的氯元素的质量。学科网

【考点定位】 考查化学仪器的的使用、实验方案的设计与评价、离子方程式的书写知识。

【名师点睛】 化学是一门实验性的学科，物质的制备、混合物的分离提纯、物质的含量的测定及实验时仪器的选择使用，实验方法的设计与评价的问题，都是化学实验必不可少的。因此掌握一些基本化学基础和仪器的使用方法、实验技巧是非常必要的。混合物分离方法有过滤、蒸馏、分液、蒸发、萃取、结晶等。将溶质从溶液中分离出来，可以根据溶质在溶剂中的溶解性的不同进行。对于溶解度受温度的影响变化较大的物质，采用冷却热饱和溶液的方法即结晶的方法分离；对于溶解度受温度的影响变化较小的物质，采用蒸发溶剂的方法得到。然后使用过滤器，利用漏斗、玻璃棒、烧杯进行分离。对

于实验装置的评价，可以根据对反应的影响分析，如果对调，可以除去杂质，使更多的反应物变为生成物，就可以提高反应物的转化率和产物的产率，因此了解反应原理和物质的成分是评价的依据。要根据电荷守恒、电子守恒及原子守恒进行有电子转移的离子方程式的书写，会对实验数据进行观察、分析、比较，找到他们的相同点和区别，从而得到设计各个实验及比较的目的。在进行物质含有元素的含量测定时，从物质含有的成分、可能发生的反应及对元素含量测定可能会造成哪些影响判断分析，这样才可以得到正确的结论和评价。本题较为全面的考查了考生的实验基本技能和实验知识的掌握。

31. [化学-物质结构与性质] (13分) 科学家正在研究温室气体 CH_4 和 CO_2 的转化和利用。

(1) CH_4 和 CO_2 所含的三种元素电负性从小到大的顺序为_____。

(2) 下列关于 CH_4 和 CO_2 的说法正确的是_____(填序号)。

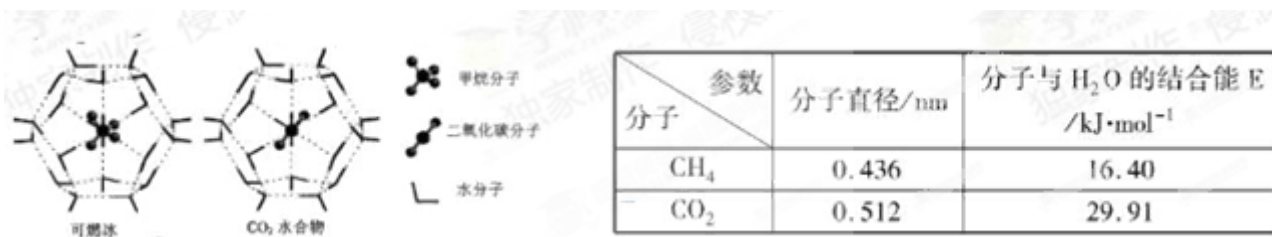
- a. 固态 CO_2 属于分子晶体
- b. CH_4 分子中含有极性共价键，是极性分子
- c. 因为碳氢键键能小于碳氧键，所以 CH_4 熔点低于 CO_2
- d. CH_4 和 CO_2 分子中碳原子的杂化类型分别是 sp^3 和 sp

(3) 在 Ni 基催化剂作用下， CH_4 和 CO_2 反应可获得化工原料 CO 和 H_2 。

①基态 Ni 原子的电子排布式为_____，该元素位于元素周期表的第_____族。

②Ni 能与 CO 形成正四面体形的配合物 $\text{Ni}(\text{CO})_4$ ，1mol $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 中含有_____mol σ 键。

(4) 一定条件下， CH_4 和 CO_2 都能与 H_2O 形成笼状结构(如下图所示)的水合物晶体，其相关参数见下表。 CH_4 与 H_2O 形成的水合物俗称“可燃冰”。



①“可燃冰”中分子间存在的 2 种作用力是_____。

②为开采深海海底的“可燃冰”，有科学家提出用 CO_2 置换 CH_4 的设想。已知上图中笼状结构的空腔直径为 0.586nm，根据上述图表，从物质结构及性质的角度分析，该设想的依据是_____。

【答案】 (13分) (1) H、C、O； (2) a、d； (3) ① $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$ 或 $[\text{Ar}] 3d^8 4s^2$ ； VIII； ② 8。

(4) ① 氢键、范德华力； ② CO_2 的分子直径小于笼状空腔直径，且与 H_2O 的结合力大于 CH_4 。

【解析】 学科网

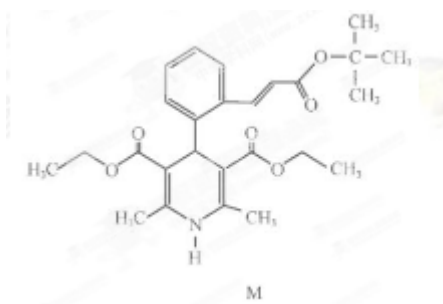
(1) 元素的非金属性越强，其电负性就越大。在 CH_4 和 CO_2 所含的 H、C、O 三种元素中，元素的非金属性由强到弱的顺序是 $\text{O} > \text{C} > \text{H}$ ，所以元素的电负性从小到大的顺序为 $\text{H} < \text{C} < \text{O}$ ；(2) a. 固态 CO_2 是由 CO_2 分子通过分子间作用力结合形成的分子晶体，正确。B. 在 CH_4 分子中含有不同种非金属元素形成的 C-H 极性共价键，由于该分子中各个共价键空间排列对称，该分子是正四面体型的结构的分子，因此该反应是非极性分子，错误。c. CH_4 和 CO_2 都是由分子构成的分子晶体，分子之间通过分子间作用力结合，分子间作用力越强，物质的熔、沸点就越高，物质的熔沸点高低与分子内的化学键的强弱无关，错误。d. CH_4 分子中碳原子形成的都是 σ 键，碳原子的杂化类型是 sp^3 的杂化，而 CO_2 分子中 C 原子与两个氧原子个形成了四个共价键，两个 σ 键，两个 π 键，碳原子的杂化类型是 sp 杂化，正确。故答案选 a、d；(3) ①28 号元素 Ni 的基态原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$ 或 $[\text{Ar}] 3d^8 4s^2$ ，该元素位于元素周期表的第四周期第 VIII 族。②Ni 能与 CO 形成正四面体形的配合物 $\text{Ni}(\text{CO})_4$ ，在每个配位体中含有一个 σ 键，在每个配位体与中心原子之间形成一个 σ 键，所以 $1\text{mol Ni}(\text{CO})_4$ 中含有 8mol σ 键。(4) ①“可燃冰”中分子间存在的 2 种作用力是分子间作用力和氢键，分子间作用力也叫范德华力。②根据表格数据可知，笼状空腔的直径是 0.586nm ，而 CO_2 分子的直径是 0.512nm ，大于分子的直径，而且 CO_2 与水分子之间的结合力大于 CH_4 ，因此可以实现用 CO_2 置换 CH_4 的设想。

【考点定位】 考查元素的电负性的比较、原子核外电子排布式的书写、物质的晶体结构、化学键、物理性质的比较、配位化合物的形成及科学设想的构思等知识。

【名师点睛】 元素的非金属性影响元素的电负性大小比较，要根据元素在周期表的位置及元素周期律，掌握元素的非金属性强弱比较方法进行判断。了解元素的原子杂化与形成的化合物的结构关系，掌握元素的种类与形成化学键的类别、晶体类型的关系，了解影响晶体熔沸点的因素及作用、掌握原子核外电子排布时遵循的能量最低原理、保利不相容原理和洪特规则、原子核外电子排布的能级图，正确写出原子核外电子排布式、确定元素在周期表的位置，结合微粒的直径大小和晶体结构特点分析温室气体 CH_4 和 CO_2 的转化和利用。掌握原子结构的基本理论和元素周期律知识是本题的关键。本题较为全面的考查了考生对物质结构的掌握情况。

32. [化学-有机化学基础] (13 分)

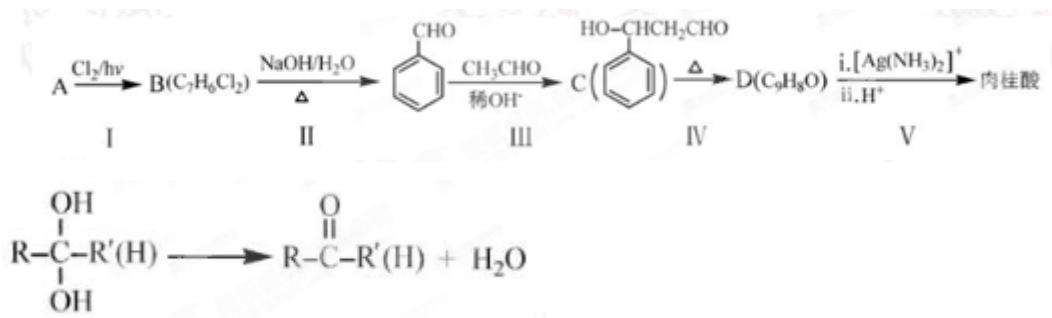
“司乐平”是治疗高血压的一种临床药物，其有效成分 M 的结构简式如右图所示。



(1) 下列关于 M 的说法正确的是_____ (填序号)。

- a. 属于芳香族化合物
- b. 遇 FeCl_3 溶液显紫色
- c. 能使酸性高锰酸钾溶液褪色
- d. 1molM 完全水解生成 2mol 醇

(2) 肉桂酸是合成 M 的中间体，其一种合成路线如下：



已知：

- ① 烃 A 的名称为_____。步骤 I 中 B 的产率往往偏低，其原因是_____。
- ② 步骤 II 反应的化学方程式为_____。
- ③ 步骤 III 的反应类型是_____。
- ④ 肉桂酸的结构简式为_____。
- ⑤ C 的同分异构体有多种，其中苯环上有一个甲基的酯类化合物有_____种。


【答案】 (13分) (1) a、c； (2) ① 甲苯；反应中有一氯取代物和三氯取代物生成； ②

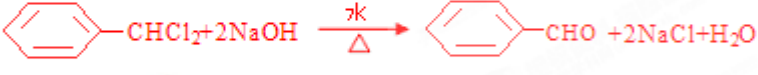


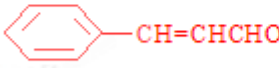
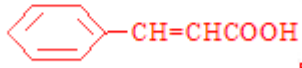
③ 加成反应； ④ ; ⑤ 9。

【解析】 (1) a. M 含有苯环，因此属于芳香族化合物，正确。b. M 中无酚羟基，因此遇 FeCl_3 溶液不会发生显紫色的现象，错误。c. M 中含有不饱和的碳碳双键，可以被酸性高锰酸钾溶液氧化，而能使酸性

高锰酸钾溶液褪色，正确。d. 根据 M 的结构简式可知：在 M 的分子中含有 3 个酯基，则 1molM 完全水解会生成 3mol 醇，错误。故选项是 a、c。

(2) ①根据物质的相互转化关系及产生 B 的分子式可推知：A 是甲苯，结构简式是 ，由于在甲基上有 3 个饱和 H 原子可以在各种下被 Cl 原子取代，因此在光照射下除产生二氯取代产物外，还可能发生一氯取代、三氯取代，产生的物质有三种，因此步骤 I 中 B 的产率往往偏低。②卤代烃在 NaOH 的水溶液中，在加热条件下发生水解反应，由于一个碳原子上连接两个羟基是不稳定的，会脱去一个分子的水，形成醛基。步骤 II 反应的化学方程式为

为 。③根据图示可知：步骤 III 的反应

类型是醛与醛的加成反应。④C 发生消去反应形成 D：，D 含有醛基，被银氨溶液氧化，醛基被氧化变为羧基，因此得到的肉桂酸的结构简式为 。⑤C 的同分异构体有多种，其中若苯环上有一个甲基，而且是酯类化合物，则另一个取代基酯基的结构可能是 HCOOCH₂—、CH₃COO—、CH₃OOC—三种，它们与甲基在苯环上的位置分别处于邻位、间位、对位三种不同的位置，因此形成的物质的种类数目是：3×3=9 种。

【考点定位】考查有机物的结构、性质、转化、反应类型、化学方程式和同分异构体的书写的知识。

【名师点睛】进行物质的性质判断，要从基本概念和物质的结构及含有的官能团进行分析。含有苯环的化合物是芳香族化合物，含有苯环的烃是芳香烃。酚羟基遇氯化铁会发生显色反应，酯基、卤代烃会发生水解反应，含有碳碳双键、碳碳三键、酚羟基、与苯环直接连接的碳原子上有 H 原子的物质，都可以被酸性高锰酸钾溶液氧化，而使溶液的紫色褪去。根据物质的相互转化关系，结合已知条件对物质进行推理。掌握各类化学反应类型的特点及规律，进行有机物的合成与转化。在有机场合合成题中一定要注意物质官能团的转化，找出一些新反应的断键特点。有机物的考查主要是围绕官能团的性质进行，常见的官能团：醇羟基、酚羟基、醛基、羧基、酯基、卤素原子等。这些官能团的性质以及它们之间的转化要掌握好，这是解决有机化学题的基础。有机合成路线的设计时先要对比原料的结构和最终产物的结构，官能团发生什么改变，碳原子个数是否发生变化，再根据官能团的性质进行设计。同分异构体类型类型通常有：碳链异构、官能团异构、位置异构等，有时还存在空间异构，要充分利用题目提供的信息来书写符合题意的同分异构体。本题较全面的考查了考生对有机物的性质、物质的反应类型、物质之间的相互转化关系和一些基本概念、基本理论的掌握和应用能力。