

2013 年普通高等院校招生统一考试化学试题（上海卷）

化学试题

相对原子质量：H-1 C-12 O-8 Na-23 S-32 Ca-40 Fe-56 Ni-59 Cu-64
Br-80 Ba-137

一、选择题（本题共 10 分，每小题 2 分，每题只有一个正确选项）

- 2013 年 4 月 24 日，东航首次成功进行了由地沟油生产的生物航空燃油的验证飞行。能区别地沟油（加工过的餐饮废弃油）与矿物油（汽油、煤油、柴油等）的方法是（ ）
 - 点燃，能燃烧的是矿物油
 - 测定沸点，有固定沸点的是矿物油
 - 加入水中，浮在水面上的是地沟油
 - 加入足量氢氧化钠溶液共热，不分层的是地沟油
- 氰酸铵（ NH_4OCN ）与尿素 $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ （ ）
 - 都是共价化合物
 - 都是离子化合物
 - 互为同分异构体
 - 互为同素异形体
- ^{230}Th 和 ^{232}Th 是钍的两种同位素， ^{232}Th 可以转化成 ^{233}U 。下列有关 Th 的说法正确的是（ ）
 - Th 元素的质量数是 232
 - Th 元素的相对原子质量是 231
 - ^{232}Th 转换成 ^{233}U 是化学变化
 - ^{230}Th 和 ^{232}Th 的化学性质相同
- 下列变化需克服相同类型作用力的是（ ）
 - 碘和干冰的升华
 - 硅和 C_{60} 的熔化
 - 氯化氢和氯化钾的溶解
 - 溴和汞的气化
- 374°C 、22.1Mpa 以上的超临界水具有很强的溶解有机物的能力，并含有较多的 H^+ 和 OH^- ，由此可知超临界水（ ）
 - 显中性，pH 等于 7
 - 表现出非极性溶剂的特性
 - 显酸性，pH 小于 7
 - 表现出极性溶剂的特性

二、选择题（本大题共 36 分，每小题 3 分，每题只有一个正确选项）

- 与索尔维制碱法相比，侯德榜制碱法最突出的优点是（ ）
 - 原料利用率高
 - 设备少
 - 循环利用的物质多
 - 原料易得

7. 将 X 气体通入 BaCl₂ 溶液，未见沉淀生成，然后通入 Y 气体，有沉淀生成，X、Y 不可能是 ()

选项	X	Y
A	SO ₂	H ₂ S
B	Cl ₂	CO ₂
C	NH ₃	CO ₂
D	SO ₂	Cl ₂

8. 糕点包装中常见的脱氧剂组成为还原性铁粉、氯化钠、炭粉等，其脱氧原理与钢铁的吸氧腐蚀相同。下列分析正确的是 ()

- A. 脱氧过程是吸热反应，可降低温度，延长糕点保质期
- B. 脱氧过程中铁作原电池正极，电极反应为： $\text{Fe}-3\text{e}^{-}\rightarrow\text{Fe}^{3+}$
- C. 脱氧过程中碳做原电池负极，电极反应为： $2\text{H}_2\text{O}+\text{O}_2+4\text{e}^{-}\rightarrow 4\text{OH}^{-}$
- D. 含有 1.12g 铁粉的脱氧剂，理论上最多能吸收氧气 336mL (标准状况)

9. 将盛有 NH₄HCO₃ 粉末的小烧杯放入盛有少量醋酸的大烧杯中。然后向小烧杯中加入盐酸，反应剧烈，醋酸逐渐凝固。由此可见 ()

- A. NH₄HCO₃ 和盐酸的反应是放热反应
- B. 该反应中，热能转化为产物内部的能量
- C. 反应物的总能量高于生成物的总能量
- D. 反应的热化学方程式为： $\text{NH}_4\text{HCO}_3+\text{HCl}\rightarrow\text{NH}_4\text{Cl}+\text{CO}_2\uparrow+\text{H}_2\text{O}-\text{Q}$

10. 下列关于实验室制备乙酸乙酯和乙酸丁酯的描述正确的是 ()

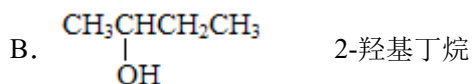
- A. 均采用水浴加热
- B. 制备乙酸丁酯时正丁醇过量
- C. 均采用边反应边蒸馏的方法
- D. 制备乙酸乙酯时乙醇过量

11. H₂S 水溶液中存在电离平衡 $\text{H}_2\text{S}\rightleftharpoons\text{H}^{+}+\text{HS}^{-}$ 和 $\text{HS}^{-}\rightleftharpoons\text{H}^{+}+\text{S}^{2-}$ 。若向 H₂S 溶液中 ()

- A. 加水，平衡向右移动，溶液中氢离子浓度增大
- B. 通入过量 SO₂ 气体，平衡向左移动，溶液 pH 值增大
- C. 滴加新制氯水，平衡向左移动，溶液 pH 值减小
- D. 加入少量硫酸铜固体 (忽略体积变化)，溶液中所有离子浓度都减小

12. 根据有机化合物的命名原则，下列命名正确的是 ()

- A. $\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CHC}=\text{CH}_2 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$ 3-甲基-1,3-丁二烯



13. X、Y、Z、W 是短周期元素，X 元素原子的最外层未达到 8 电子稳定结构，工业上通过分离液态空气获得其单质；Y 元素原子最外电子层上 s、p 电子数相等；Z 元素+2 价阳离子的核外电子排布与氩原子相同；W 元素原子的 M 层有 1 个未成对的 p 电子。下列有关这些元素性质的说法一定正确的是 ()
- A. X 元素的氢化物的水溶液显碱性
- B. Z 元素的离子半径大于 W 元素的离子半径
- C. Z 元素的单质在一定条件下能与 X 元素的单质反应
- D. Y 元素最高价氧化物的晶体具有很高的熔点和沸点
14. 为测定镀锌铁皮锌镀层的厚度，将镀锌皮与足量盐酸反应，待产生的气泡明显减少时取出，洗涤，烘干，称重。关于该实验的操作对测定结果的影响判断正确的是 ()
- A. 铁皮未及时取出，会导致测定结果偏小
- B. 铁皮未洗涤干净，会导致测定结果偏大
- C. 烘干时间过长，会导致测定结果偏小
- D. 若把盐酸换成硫酸，会导致测定结果偏大
15. N_A 代表阿伏伽德罗常数。已知 C_2H_4 和 C_3H_6 的混合物的质量为 $a\text{g}$ ，则该混合物 ()
- A. 所含共用电子对数目为 $(a/7+1) N_A$ B. 所含碳氢键数目为 $aN_A/7$
- C. 燃烧时消耗的 O_2 一定是 $33.6a/14\text{L}$ D. 所含原子总数为 $aN_A/14$
16. 已知氧化性 $\text{Br}_2 > \text{Fe}^{3+}$ 。 FeBr_2 溶液中通入一定量的 Cl_2 ，发生反应的离子方程式为： $a\text{Fe}^{2+} + b\text{Br}^- + c\text{Cl}_2 \rightarrow d\text{Fe}^{3+} + e\text{Br}_2 + f\text{Cl}^-$ ，下列选项中的数字与离子方程式中的 a、b、c、d、e、f 一一对应，其中不符合反应实际的是 ()
- A. 2 4 3 2 2 6 B. 0 2 1 0 1 2
- C. 2 0 1 2 0 2 D. 2 2 2 2 1 4
17. 某溶液可能含有 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 NH_4^+ 、 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 和 K^+ 。取该溶液 100mL，加入过量 NaOH 溶液，加热，得到 0.02mol 气体，同时产生红褐色沉淀；过滤，洗涤，灼烧，得到 1.6g 固体；向上述滤液中加足量 BaCl_2 溶液，得到 4.66g 不溶于盐酸的沉淀。由此可知原溶液中 ()
- A. 至少存在 5 种离子
- B. Cl^- 一定存在，且 $c(\text{Cl}^-) \geq 0.4\text{mol/L}$

C. SO_4^{2-} 、 NH_4^+ 、一定存在， Cl^- 可能不存在

D. CO_3^{2-} 、 Al^{3+} 一定不存在， K^+ 可能存在

三、选择题（本题共 20 分，每小题 4 分，每小题有一个或两个正确选项。只有一个正确选项的，多选不给分；有两个正确选项的，选对一个给 2 分，选错一个，该小题不给分）

18. 汽车剧烈碰撞时，安全气囊中发生反应 $10\text{NaN}_3+2\text{KNO}_3\rightarrow\text{K}_2\text{O}+5\text{Na}_2\text{O}+16\text{N}_2\uparrow$ 。若氧化产物比还原产物多 1.75mol，则下列判断正确的是（ ）

A. 生成 42.0LN₂（标准状况）

B. 有 0.250molKNO₃ 被氧化

C. 转移电子的物质的量为 1.25mol

D. 被氧化的 N 原子的物质的量为 3.75mol

19. 部分弱酸的电离平衡常数如下表：

弱酸	HCOOH	HCN	H ₂ CO ₃
电离平衡常数 (25℃)	$K_i=1.77\times 10^{-4}$	$K_i=4.9\times 10^{-10}$	$K_{i1}=4.3\times 10^{-7}$ $K_{i2}=5.6\times 10^{-11}$

下列选项错误的是（ ）

A. $2\text{CN}^-+\text{H}_2\text{O}+\text{CO}_2\rightarrow 2\text{HCN}+\text{CO}_3^{2-}$

B. $2\text{HCOOH}+\text{CO}_3^{2-}\rightarrow 2\text{HCOO}^-+\text{H}_2\text{O}+\text{CO}_2\uparrow$

C. 中和等体积、等 pH 的 HCOOH 和 HCN 消耗 NaOH 的量前者小于后者

D. 等体积、等浓度的 HCOONa 和 NaCN 溶液中所含离子总数前者小于后者

20. 某恒温密闭容器中，可逆反应 $\text{A}(\text{s})\rightleftharpoons\text{B}(\text{g})+\text{C}(\text{g})-\text{Q}$ 达到平衡。缩小容器体积，重新达到平衡时，C(g)的浓度与缩小体积前的平衡浓度相等。以下分析正确的是（ ）

A. 产物 B 的状态只能为固态或液态

B. 平衡时，单位时间内 $n(\text{A})_{\text{消耗}}:n(\text{C})_{\text{消耗}}=1:1$

C. 保持体积不变，向平衡体系中加入 B，平衡可能向逆反应方向移动

D. 若开始时向容器中加入 1molB 和 1molC，达到平衡时放出热量 Q

21. 一定条件下，将 0.1LCO、0.2LCO₂、0.1LNO、0.2LNO₂ 和 0.2LNH₃ 混合，然后通过分别盛有足量蒸馏水、饱和碳酸氢钠溶液和氢氧化钠溶液的三个洗气瓶（洗气瓶排列顺序不确定）。假设气体通过每个洗气瓶都能充分反应则尾气（已干燥）（ ）

A. 可能是单一气体

B. 不可能含有一氧化碳

- C. 可能存在原气体中的两种气体 D. 成分和洗气瓶的排列顺序无关

22. 一定量的 CuS 和 Cu_2S 的混合物投入足量的 HNO_3 中, 收集到气体 $V\text{L}$ (标准状况), 向反应后的溶液中 (存在 Cu^{2+} 和 SO_4^{2-}) 加入足量 NaOH , 产生蓝色沉淀, 过滤, 洗涤, 灼烧, 得到 $\text{CuO}12.0\text{g}$, 若上述气体为 NO 和 NO_2 的混合物, 且体积比为 $1:1$, 则 V 可能为 ()
- A. 9.0L B. 13.5L C. 15.7L D. 16.8L

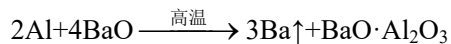
四、(本题共 8 分)

金属铝质轻且有良好的防腐蚀性, 在国防工业中有非常重要的作用。完成下列填空:

- (1) 铝原子核外电子云有 _____ 种不同的伸展方向, 有 _____ 种不同运动状态的电子。
- (2) 镓 (Ga) 与铝同族。写出镓的氯化物和氨水反应的化学方程式。
- (3) 硅与铝同周期。 SiO_2 是硅酸盐玻璃 ($\text{Na}_2\text{CaSi}_6\text{O}_{14}$) 的主要成分, $\text{Na}_2\text{CaSi}_6\text{O}_{14}$ 也可写成 $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot 6\text{SiO}_2$ 。盛放 NaOH 溶液的试剂瓶若用玻璃瓶塞容易形成粘性的硅酸盐而无法打开, 发生反应的化学方程式 _____。

长石是铝硅酸盐, 不同类长石其氧原子的物质的量分数相同。由钠长石化学式 $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ 可推知钙长石的化学式为_____

- (4) 用铝和金属氧化物反应制备金属单质是工业上较常用的方法。如:



常温下 Al 的金属性比 Ba 的金属性 _____ (选填“强”“弱”)。利用上述方法可制取 Ba 的主要原因是 _____。

- a. 高温时 Al 的活泼性大于 Ba b. 高温有利于 BaO 分解
c. 高温时 $\text{BaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ 比 Al_2O_3 稳定 d. Ba 的沸点比 Al 的低

五、(本题共 8 分)

溴主要以 Br^- 形式存在于海水中, 海水呈弱碱性。工业上制备的 Br_2 的操作步骤为:

- ①一定条件下, 将 Cl_2 通入浓缩的海水中, 生成 Br_2
- ②利用热空气将 Br_2 吹出, 并用浓 Na_2CO_3 溶液吸收, 生成 NaBr 、 NaBrO_3 等
- ③用硫酸酸化步骤②得到的混合物

完成下列填空:

- (1) Cl_2 氧化 Br^- 应在 _____ 条件下进行, 目的是为了 _____
- (2) Br_2 可用热空气吹出, 其原因是 _____

(3) 写出步骤③所发生的化学反应方程式。

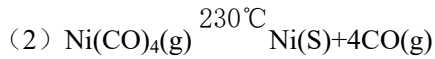
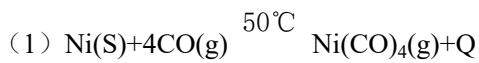
用硫酸而不用盐酸酸化的原因可能是 _____。步骤②的产品有时运输到目的地后再酸化，主要是因为 _____。

(4) 为了除去工业 Br_2 中微量的 Cl_2 ，可向工业 Br_2 中 _____

a. 通入 HBr b. 加入 Na_2CO_3 溶液 c. 加入 NaBr 溶液 d. 加入 Na_2SO_3 溶液

六、(本题共 8 分)

镍具有优良的物理和化学特性，是许多领域尤其是高技术产业的重要原料。羰基法提纯粗镍涉及的两步反应依次为：

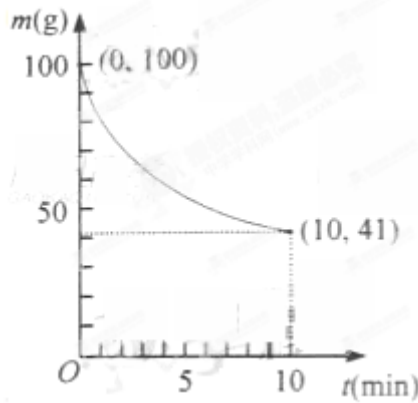


完成下列填空：

(1) 在温度不变的情况下，要提高反应 (1) 中 $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 的产率，可采取的措施有 _____、_____。

(2) 已知在一定条件下的 2L 密闭容器中制备 $\text{Ni}(\text{CO})_4$ ，粗镍 (纯度 98.5%，所含杂质不与 CO 反应)

剩余质量和反应时间的关系如右图所示。 $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 在 0~10min 的平均反应速率为 _____。



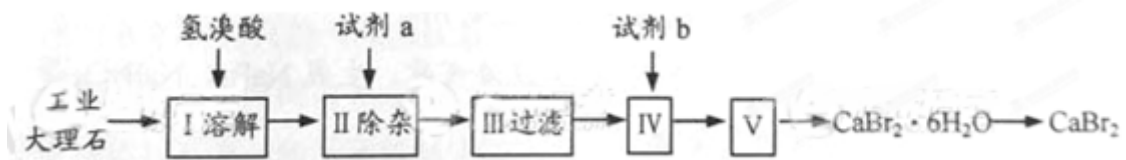
(3) 若反应 (2) 达到平衡后，保持其他条件不变，降低温度，重新达到平衡时 _____。

a. 平衡常数 K 增大 b. CO 的浓度减小
c. Ni 的质量减小 d. $v_{\text{逆}}[\text{Ni}(\text{CO})_4]$ 增大

(4) 简述羰基法提纯粗镍的操作过程。

七、(本题共 12 分)

溴化钙可用作阻燃剂、制冷剂，具有易溶于水，易吸潮等性质。实验室用工业大理石 (含有少量 Al^{3+} 、 Fe^{3+} 等杂质) 制备溴化钙的主要流程如下：



完成下列填空：

- (1) 上述使用的氢溴酸的质量分数为 26%，若用 47% 的氢溴酸配置 26% 的氢溴酸 500ml，所需的玻璃仪器有玻璃棒、_____。
- (2) 已知步骤 III 的滤液中不含 NH_4^+ 。步骤 II 加入的试剂 a 是 _____，控制溶液的 pH 约为 8.0 的目的是_____、_____。
- (3) 试剂 b 是_____，步骤 IV 的目的是_____。
- (4) 步骤 V 所含的操作依次是_____、_____。
- (5) 制得的溴化钙可以通过如下步骤测定其纯度：

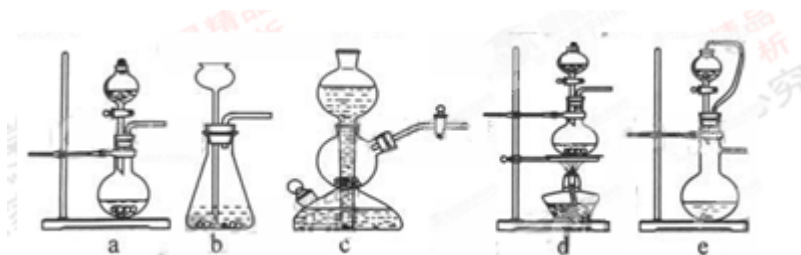
①称取 4.00g 无水溴化钙样品；②溶解；③滴入足量 Na_2CO_3 溶液，充分反应后过滤；④_____；⑤称量。若得到 1.88g 碳酸钙，则溴化钙的质量分数为_____（保留两位小数）。
若实验操作规范而测定结果偏低，其原因是_____。

八、(本题共 12 分)

二氧化硫是硫的重要化合物，在生产、生活中有广泛应用。二氧化硫有毒，并且是形成酸雨的主要气体。无论是实验室制备还是工业生产，二氧化硫尾气吸收或烟气脱硫都非常重要。

完成下列填空：

- (1) 实验室可用铜和浓硫酸加热或硫酸和亚硫酸钠反应制取二氧化硫。



如果用硫酸和亚硫酸钠反应制取二氧化硫，并希望能控制反应速度，上图中可选用的发生装置是_____（填写字母）。

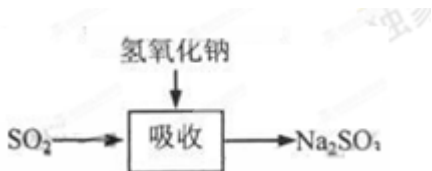
- (2) 若用硫酸和亚硫酸钠反应制取 3.36L（标准状况）二氧化硫，至少需要称取亚硫酸钠 _____（保留一位小数）；如果已有 4.0% 亚硫酸钠（质量分数），被氧化成硫酸钠，则至少需称取该亚硫酸钠 _____ g（保留一位小数）。

- (3) 实验室二氧化硫尾气吸收与工业烟气脱硫的化学原理相通。石灰-石膏法和碱法是常用的烟气脱硫

法。石灰-石膏法的吸收反应为 $\text{SO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaSO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ 。吸收产物亚硫酸钙由管道输送至氧化塔氧化，反应为 $2\text{CaSO}_3 + \text{O}_2 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。其流程如下图：



碱法的吸收反应为 $\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。碱法的特点是氢氧化钠碱性强、吸收快、效率高。其流程如下图：



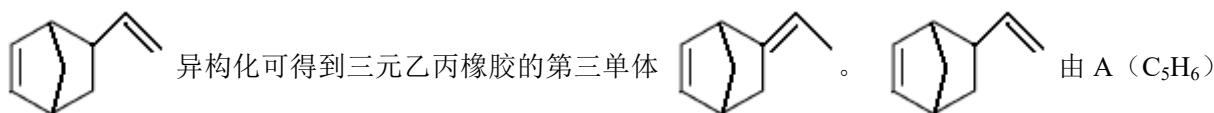
已知：

试剂	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	NaOH
价格 (元/kg)	0.36	2.9
吸收 SO_2 的成本 (元/mol)	0.027	0.232

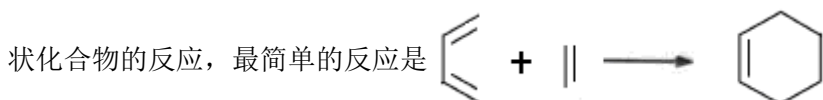
石灰-石膏法和碱法吸收二氧化硫的化学原理相同之处是 _____。和碱法相比，石灰-石膏法的优点是 _____，缺点是 _____。

(4) 在石灰-石膏法和碱法的基础上，设计一个改进的、能实现物料循环的烟气脱硫方案（用流程图表示）。

九、(本题共 10 分)

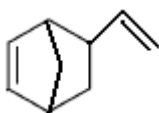


和 B 经 Diels-Alder 反应制得。Diels-Alder 反应为共轭双烯与含有烯键或炔键的化合物相互作用生成六元环



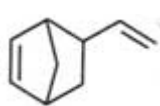
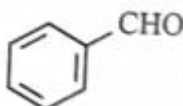
完成下列填空：

(1) Diels-Alder 反应属于_____反应 (填反应类型): A 的结构简式为_____。

(2) 写出与  互为同分异构体, 且一溴代物只有两种的芳香烃的名称:

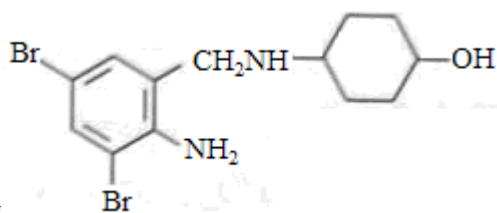
写出生成这两种一溴代物所需要的反应试剂和反应条件。

(3) B 与 Cl_2 的 1,2-加成产物消去 HCl 得到 2-氯代二烯烃, 该二烯烃和丙烯酸 ($\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$) 聚合得到的聚合物可改进氯丁橡胶的耐寒性和加工性能, 写出该聚合物的结构简式。

(4) 写出实验室由  并属于芳香烃的同分异构体的同系物制备  的合成路

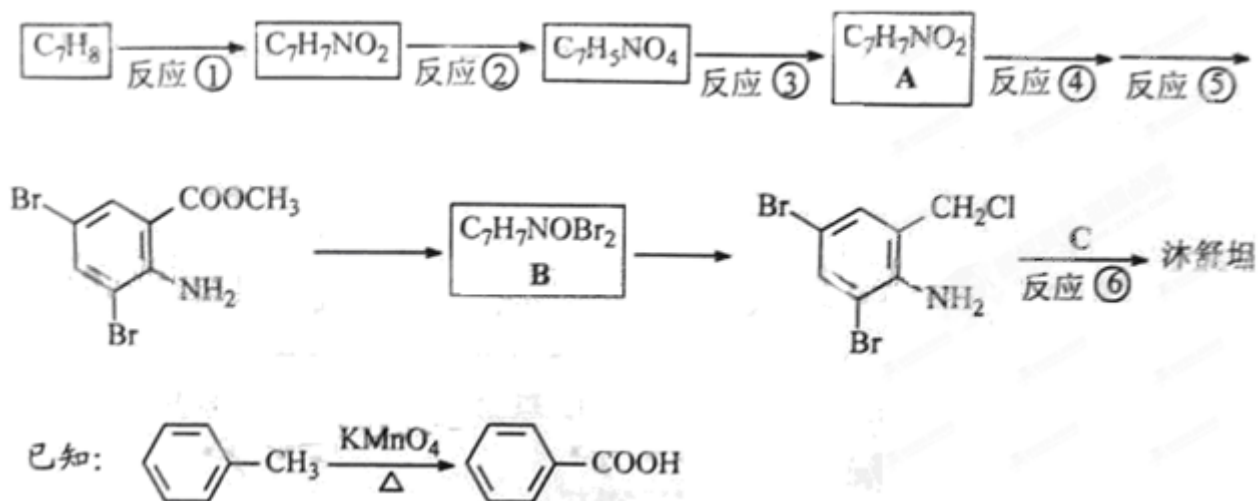
线, (合成路线常用的表示方式为: $\text{A} \xrightarrow[\text{反应条件}]{\text{反应试剂}} \text{B} \cdots \xrightarrow[\text{反应条件}]{\text{反应试剂}}$ 目标产物)

十、(本题共 12 分)



沐舒坦 (结构简式为 _____, 不考虑立体异构) 是临床上使用广泛的。

下图所示的是多条合成路线中的一条 (反应试剂和反应条件均未标出)



完成下列填空:

(1) 写出反应试剂和反应条件。反应①_____反应⑤_____。

(2) 写出反应类型。反应③_____反应⑥_____。

(3) 写出结构简式。A_____ B_____。

(4) 反应⑥中除加入反应试剂 C 外，还需要加入 K_2CO_3 ，其目的是为了中和_____。
防止_____。

(5) 写出两种 C 的能发生水解反应，且只含 3 种不同化学环境氢原子的同分异构体的结构简式。

(6) 反应②，反应③的顺序不能颠倒，其原因是_____、_____。

十一、(本题共 14 分)

碳酸氢钠俗称“小苏打”，是氨碱法和联合制碱法制纯碱的中间产物，可用作膨松剂，制酸剂，灭火剂等。工业上用纯碱溶液碳酸化制取碳酸氢钠。

(1) 某碳酸氢钠样品中含有少量氯化钠。称取该样品，用 0.1000mol/L 盐酸滴定，耗用盐酸 20.00mL 。若改用 0.05618mol/L 硫酸滴定，需用硫酸_____mL(保留两位小数)。

(2) 某溶液组成如表一：

化合物	Na_2CO_3	$NaHCO_3$	$NaCl$
质量 (kg)	814.8	400.3	97.3

问该溶液通入二氧化碳，析出碳酸氢钠晶体。取出晶体后溶液组成如表二：

化合物	Na_2CO_3	$NaHCO_3$	$NaCl$
质量 (kg)	137.7	428.8	97.3

计算析出的碳酸氢钠晶体的质量 (保留 1 位小数)。

(3) 将组成如表二的溶液加热，使碳酸氢钠部分分解，溶液中 $NaHCO_3$ 的质量由 428.8kg 降为 400.3kg ，补加适量碳酸钠，使溶液组成回到表一状态。计算补加的碳酸钠质量 (保留 1 位小数)。

(4) 某种由碳酸钠和碳酸氢钠组成的晶体 452kg 溶于水，然后通入二氧化碳，吸收二氧化碳 $44.8 \times 10^3\text{L}$ (标准状况)，获得纯的碳酸氢钠溶液，测得溶液中含碳酸氢钠 504kg 。通过计算确定该晶体的化学式