

化 学

考生注意：

1. 本试卷分选择题和非选择题两部分，共 100 分。考试时间 90 分钟。
2. 请将各题答案填写在答题卡上。
3. 可能用到的相对原子质量：H 1 C 12 O 16 V 51 Fe 56 Zr 91 Ag 108

一、选择题：本题共 14 小题，每小题 3 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。

1. 蛋白质是组成人体一切细胞、组织的重要成分。蛋白质的缺乏会造成对疾病的抵抗力减退，易患病等。相同质量的下列食物中蛋白质含量最多的是



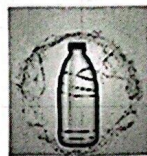
A. 黄瓜



B. 鸡肉

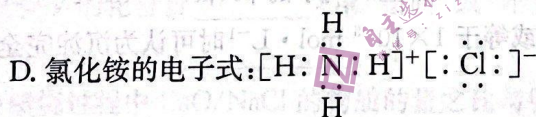
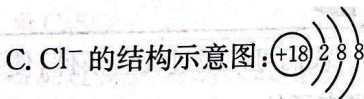
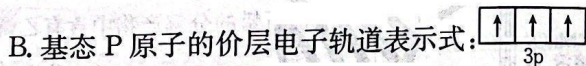
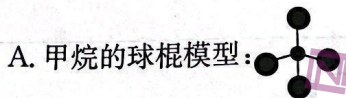


C. 馒头

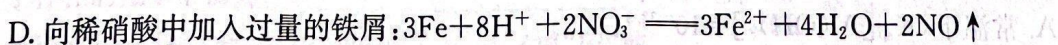
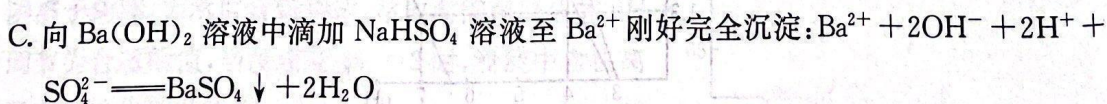
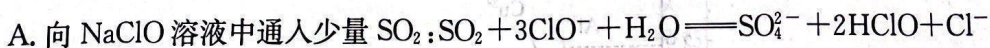


D. 矿泉水

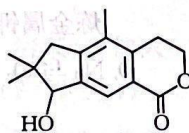
2. 下列化学用语的表述正确的是



3. 下列化学反应的离子方程式错误的是



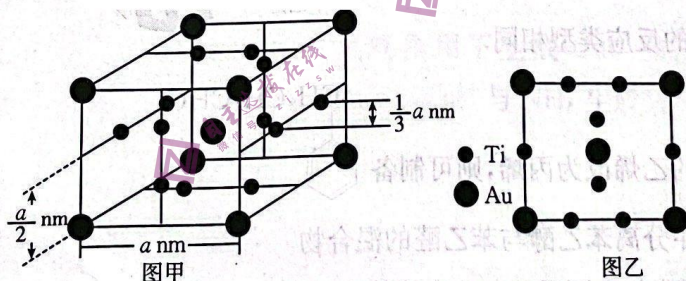
4. 某天然有机物 M 具有抗肿瘤生物活性的作用,其结构如图所示,下列有关 M 的说法正确的是



- A. 含 3 种官能团
 B. 分子中至少有 11 个碳原子一定共面
 C. 能发生氧化、取代、加成、消去反应
 D. 遇 FeCl_3 溶液会发生显色反应
5. W、X、Y、Z 为原子序数依次增大的短周期主族元素, W 分别与 X、Z 相邻,且 W、X、Y、Z 的核外电子数之和为 38, 下列说法正确的是
- A. 四种元素中 Y 的第一电离能最小
 B. X 的最简单氢化物的空间结构为正四面体形
 C. W 与 Z 的最高价氧化物的晶体类型相同
 D. X、Y、Z 的最高价氧化物对应的水化物两两之间能发生反应
6. 下列有关物质的性质与其用途相对应的是

选项	物质的性质	用途
A	石墨质地柔软	作电极材料
B	氯化铁溶液具有氧化性	虫刻覆铜板
C	高铁酸钾易溶于水	给自来水杀菌、消毒
D	硫酸铜溶液呈蓝色	制作烟花

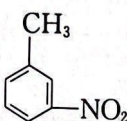
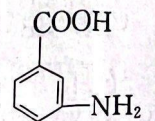
7. 钛因其强度高、耐磨性好、无毒成为制造人造膝盖关节和髌关节的主要材料,但科学家发现,钛与黄金会形成一种特殊的结构,可以改善人造关节的性能,其晶体的晶胞结构如图甲所示。下列有关说法错误的是

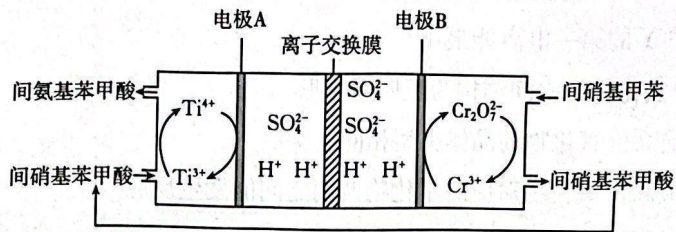


- A. 该合金的化学式为 AuTi_3
 B. 晶胞的侧视图如图乙所示
 C. Au、Ti 原子之间的最短距离为 $\frac{\sqrt{3}a}{2}$ nm
 D. 基态 Ti 原子有 22 种不同运动状态的电子
8. 类比推理是化学中常用的思维方法。下列推理正确的是

A. SO_2 与 H_2O_2 反应生成 H_2SO_4 , 故可推测 SO_2 与 Na_2O_2 反应生成 Na_2SO_4

- B. AgCl 为白色难溶于水的固体,故可推测 AgBr 也为白色难溶于水的固体
 C. 工业上采用电解熔融 NaCl 的方法冶炼金属钠,故工业上也可用电解熔融 KCl 的方法冶炼金属钾
 D. Na 与 O₂ 在加热条件下反应生成 Na₂O₂,故可推测 Li 与 O₂ 在加热条件下反应生成 Li₂O₂

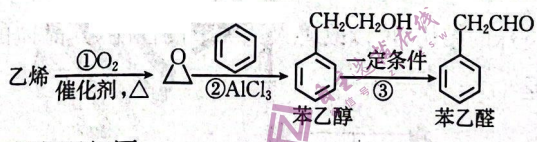
9. 以间硝基甲苯()为原料,采用间接成对电解合成间氨基苯甲酸() , 装置如图所示(离子交换膜只允许离子通过)。下列说法中错误的是

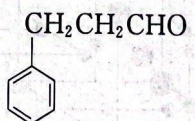


- A. 电极 A 应与电源的负极相连
 B. 装置中的离子交换膜为阳离子交换膜

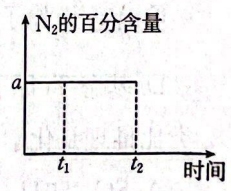
- C. 每生成 1 mol , 同时生成 1 mol Ti⁴⁺
 D. 电池工作时,理论上,阴极区电解质溶液 pH 升高

10. 乙烯和苯均是重要的基础化工原料,工业上常通过以下途径制备苯乙醛。下列说法正确的是



- A. 反应①②③的反应类型相同
 B. 若将流程中的乙烯改为丙烯,则可制备 
 C. 可用分液漏斗分离苯乙醇与苯乙醛的混合物
 D. 苯乙醇、苯乙醛中 C 原子的杂化方式均有两种

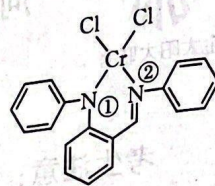
11. 一定温度下,向一恒容密闭容器中充入一定量的 N₂ 和 H₂,测得容器中 N₂ 的百分含量随时间的变化如图所示,已知该条件下,N₂、H₂ 和 NH₃ 均为气体,下列说法正确的是



- A. 该温度和压强下,N₂ 和 H₂ 一定不发生反应
 B. t₁ 时刻与 t₂ 时刻,H₂ 的百分含量也一定相同
 C. 若 t₁ 时刻与 t₂ 时刻的压强不同,则 a=50%
 D. t₁ 时刻与 t₂ 时刻,反应均处于平衡状态

12. 已知某催化剂的结构如图所示, 下列有关说法正确的是

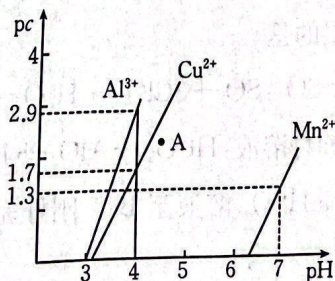
- A. 铬元素位于元素周期表 ds 区
- B. 与铬形成配位键的 N 原子为②号
- C. 铬原子的配位数为 3
- D. N 与 Cl 可形成非极性分子 NCl_3



13. 化学是一门以实验为基础的学科。下列所选实验装置不能达到实验目的的是

选项	实验装置	实验目的
A		验证 Fe^{2+} 和 Br^- 的还原性强弱
B		分离淀粉和 NaCl
C		制备 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 固体
D		验证石蜡的分解产物中含有乙烯

14. 沉淀溶解平衡在生产、科研和环保等领域具有广泛的应用。我们可以通过改变条件, 使平衡向着需要的方向移动。常温时, Al^{3+} 、 Mn^{2+} 、 Cu^{2+} 三种金属离子的 pc ($\text{pc} = -\lg c$, c 为 Al^{3+} 、 Cu^{2+} 或 Mn^{2+} 的浓度, 溶液中离子浓度小于或等于 $1 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时可认为沉淀完全) 与 pH 的关系如图所示。下列说法错误的是



- A. 常温下, $K_{\text{sp}}[\text{Al}(\text{OH})_3] = 10^{-32.9}$
- B. $\text{pH} = 5$ 时, $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 的溶解度为 $10^{-3.7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

C. 若 A 点为含 Al^{3+} 和 Cu^{2+} 的混合溶液, 则 $\frac{c^3(\text{Cu}^{2+})}{c^2(\text{Al}^{3+})} = 10^{-0.7}$

D. Cu^{2+} 和 Mn^{2+} 可通过分步沉淀进行分离

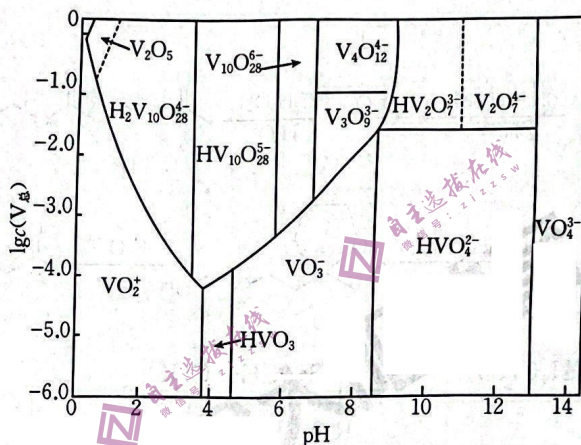
二、非选择题: 本题共 4 小题, 共 58 分。

15. (14 分) 钒是一种重要的战略物资, 素有“工业维生素”之称, 工业上以含三价钒(V_2O_3) 为主的某石煤矿(含有 SiO_2 、 Al_2O_3 、 MgO 等杂质) 为原料, 加钙钠氧化焙烧法制备 V_2O_5 , 其流程如图:



已知: ①高温时, NaCl 在铁、锰、 SO_3 、 V_2O_5 等存在下会发生分解, 产生 Cl_2 。

②+5 价钒在溶液中的主要存在形式与溶液 pH 的关系如图所示($V_{\text{总}}$ 为含钒微粒的总量):



回答下列问题:

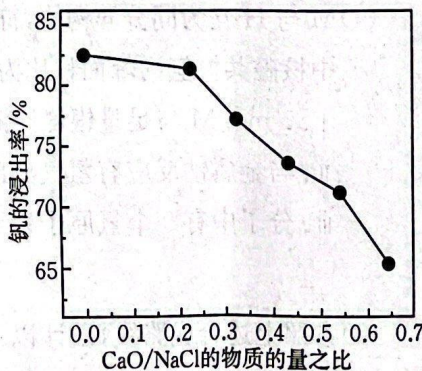
(1) 焙烧前需将焙料研碎、磨细, 其目的是_____ ; 浸渣的主要成分为 CaSO_4 、_____ (填化学式)。

(2) 焙烧过程中 V_2O_3 、 CaO 会生成 $\text{Ca}_2\text{V}_2\text{O}_7$ 和 $\text{Ca}_3(\text{VO}_4)_2$, 生成的 $\text{Ca}_2\text{V}_2\text{O}_7$ 和 $\text{Ca}_3(\text{VO}_4)_2$ 中 V 的化合价_____ (填“相同”或“不相同”); 写出生成 $\text{Ca}_3(\text{VO}_4)_2$ 的化学方程式:_____。

(3) 焙烧过程中 CaO/NaCl 的物质的量之比与钒的浸出率的关系如图所示, 试分析加入 CaO 的主要作用:

_____。

(4) 萃取剂树脂依据需要吸附的离子可分为阳离子树脂和阴离子树脂, 为萃取含钒物质, 萃取前需将浸液的 pH 调节为合适的值, 当浸液的 $\text{pH}=2$ 时, 浸液中含钒离子存在的化学平衡为_____ ; 当浸液的 $\text{pH}=6$ 时, 萃取应选择_____ (填“阳”或



“阴”)离子树脂;当浸液的 pH=13.5 时,选择 RCl 作萃取剂,则离子交换过程中发生反应的离子方程式为_____。

(5)测定产品中 V_2O_5 的纯度:称取 a g 产品,先用硫酸溶解,得到 $(VO_2)_2SO_4$ 溶液,再加入 b_1 mL c_1 mol \cdot L $^{-1}$ $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ 溶液 ($VO_2^+ + 2H^+ + Fe^{2+} = VO^{2+} + H_2O + Fe^{3+}$),最后用 c_2 mol \cdot L $^{-1}$ $KMnO_4$ 溶液滴定过量的 $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ 至终点,消耗 $KMnO_4$ 溶液的体积为 b_2 mL。已知 MnO_4^- 被还原为 Mn^{2+} ,假设杂质不参与反应。则产品中 V_2O_5 的质量分数是_____ %。

16. (15 分)从矿石中提取金(Au)是获取贵金属的主要来源,工业上常以 $CuSO_4$ 溶液、氨水和 $Na_2S_2O_3$ 溶液为原料配制浸金液{含 $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ }。

已知:① $S_2O_3^{2-}$ 在酸性环境中易分解,在碱性环境中较稳定,能与金形成稳定的 $[Au(S_2O_3)_2]^{3-}$ 。

②几种物质或离子的颜色如表所示:

物质或离子	Au	Au_2O_3	$[Cu(NH_3)_4]^{2+}$	$[Cu(NH_3)_2]^+$	$[Au(S_2O_3)_2]^{3-}$
颜色	黄色	棕黑	蓝色	无色	无色

回答下列问题:

I. (1) $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ 中提供空轨道的为_____ (填名称,下同),配体为_____。配制过程中氨水需过量,其原因是_____。

II. 某科研小组对该浸金液的浸金原理进行探究:

提出猜想:

猜想一: $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ 吸附在金表面,在 NH_3 的作用下生成 $[Cu(NH_3)_2]^+$ 和 $[Au(NH_3)_4]^+$, $[Au(NH_3)_4]^+$ 迅速被 $S_2O_3^{2-}$ 替换成 $[Au(S_2O_3)_2]^{3-}$, $[Cu(NH_3)_2]^+$ 被空气中的氧气氧化成 $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ 参与循环。

猜想二: $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ 吸附在金表面,在氧气作用下生成 Cu^{2+} 和 $[Au(NH_3)_4]^+$, $[Au(NH_3)_4]^+$ 迅速被 $S_2O_3^{2-}$ 替换成 $[Au(S_2O_3)_2]^{3-}$, Cu^{2+} 与 NH_3 生成的 $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ 参与循环。

验证猜想:

(2)俗话说“真金不怕火炼”,从化学性质的角度说明:_____。

据此有人得出结论:猜想二不成立,但有人觉得溶液的酸碱性对物质的性质有一定影响,为验证猜想二是否成立,设计如下实验:

步骤一:用 pH 试纸测浸金液的 pH,其操作为_____。

步骤二:配制与浸金液 pH 相同的 250 mL NaOH 溶液。用 NaOH 固体配制一定物质的量浓度的 NaOH 溶液所用的玻璃仪器包括量筒、烧杯、玻璃棒、_____。

步骤三:将一块金片放入配制的 NaOH 溶液中,并通入空气,一段时间后,若观察到_____,则猜想二可能成立。

(3)某小组设计如图所示实验验证猜想一。

实验现象:反应一段时间后,U形管内液柱左高右低,锥形瓶中溶液蓝色变浅,打开瓶塞后_____



(填锥形瓶中出现的实验现象),则猜想一可能成立;打开瓶塞后的

现象用离子方程式表示为_____。

17. (14分)将各种易得的、廉价的资源进行催化重整,可以实现资源的综合利用,对环境保护和实现双碳目标具有十分重要的意义。

已知反应 I: $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_1 = -483 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

反应 II: $2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_2 = -566 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

反应 III: $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_3 = -802.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

回答下列问题:

I. CH_4 和 CO_2 催化重整

(1)在恒温恒容的密闭容器中通入等物质的量的 CH_4 和 CO_2 ,发生反应: $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H_4$ 。

① $\Delta H_4 =$ _____ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

②下列描述不能说明该反应达到平衡状态的是_____ (填标号)。

A. 容器内混合气体的密度保持不变

B. 容器内压强保持不变

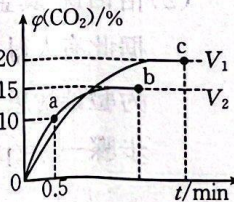
C. CH_4 和 CO_2 的物质的量分数保持不变

D. 断裂 4 mol C—H 键的同时形成 2 mol C=O 键

③若要提高反应 $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g})$ 的平衡混合物中 CO 的百分含量,可以采取的措施是_____ (任写一种)。

II. 甲醇水蒸气催化重整制氢,成本低,产率高。主要反应为 $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +48.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;副反应为 $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$,在催化剂中添加助剂 ZrO_2 等,可降低 CO 的选择性。

(2)温度为 T ,向体积为 V_1 、 V_2 的恒容密闭容器中均通入 1 mol $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ 和 1 mol $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$,仅发生反应 $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$,测得两容器中 CO_2 的体积分数 φ 随时间 t 的变化曲线如图所示。



①已知体积为 V_2 的容器中,起始压强为 1 MPa,则 0~0.5 min 内体积为 V_2 的容器中的反应速率 $v(\text{H}_2) =$ _____ $\text{MPa} \cdot \text{min}^{-1}$;达到平衡时的平衡常数 $K_p =$ _____ MPa^2 (列出计算式即可, K_p 为

用平衡分压代替平衡浓度表示的平衡常数,分压=总压×物质的量分数)。

②c 点时 CH_3OH 的平衡转化率 α 为 _____ % (保留 3 位有效数字)。

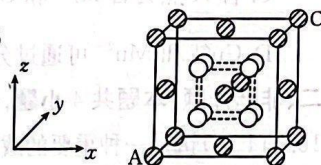
(3)已知 ZrO_2 的某种晶胞结构如图。晶胞参数为 $a \text{ nm}$,以晶胞参数为单位长度建立坐标系,可以表示晶胞中各原子的位置,称为原子坐标。则 A 原子的坐标为 $(0,0,0)$,C 原子

的坐标为(1,1,1)。设 N_A 为阿伏加德罗常数的值。

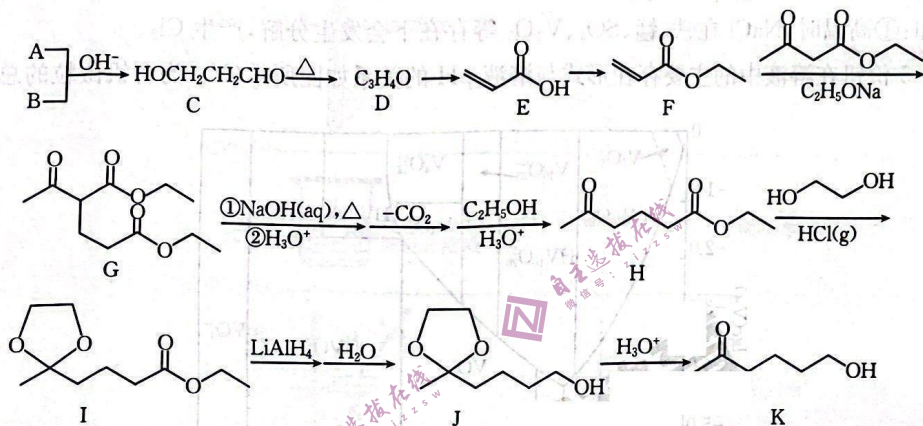
①请在晶胞结构图上指出原子坐标为 $(\frac{3}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4})$ 的 B 原子。

②距离 Zr 原子最近且等距离的 Zr 原子的数目为_____。

③该晶胞的密度为_____ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (列出计算式即可)。



18. (15分)水性聚氨酯特殊的分子结构使其具有优异的柔韧性、耐磨性和强附着力等特性,有机物 K 是水性聚氨酯酮肼交联改性的交联扩链剂,其合成路线如图所示。



回答下列问题:

(1) A 的相对分子质量为 30, 则 B 的名称为_____, A 和 B 的关系是互为_____。

(2) 反应 $\text{C} \rightarrow \text{D}$ 的反应类型是_____。检验 D 是否完全转化为 E 的具体操作是_____。

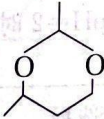
(3) 写出 $\text{G} \rightarrow \text{H}$ 的过程中反应①的化学方程式:_____。设计步骤 $\text{H} \rightarrow \text{I}$ 的目的是_____。

(4) M 与 H 互为同分异构体, 符合下列条件的 M 的结构有_____种(不含立体异构), 其中核磁共振氢谱峰面积比为 9:2:2:1 的结构简式为_____ (写一种即可)。

i. 1 mol M 与足量银氨溶液反应能生成 432 g 单质 Ag;

ii. 与金属钠反应有氢气放出;

iii. 分子中有 9 个氢原子处于相同环境。

(5) 参照上述合成路线, 设计以乙醇为原料合成  的路线(无机试剂任选)。