

本试卷分第 I 卷(选择题)和第 II 卷(非选择题)两部分。共 8 页,总分 100 分,考试时间 75 分钟。

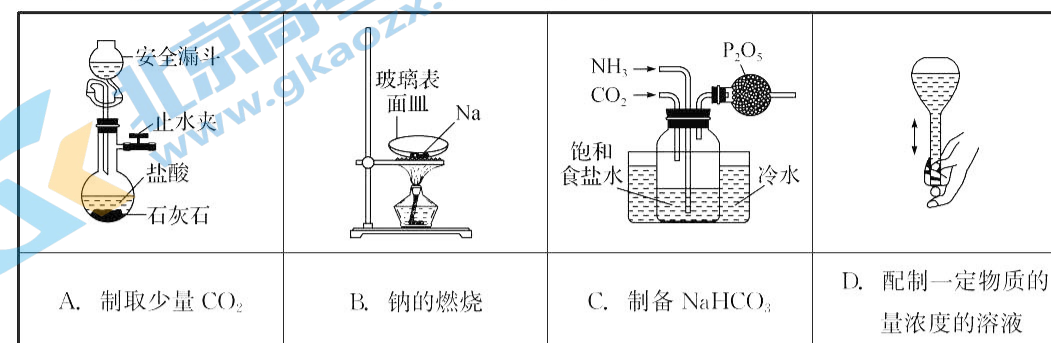
可能用到的相对原子质量: H 1 B 11 C 12 N 14 O 16 Na 23 Mg 24 Al 27  
P 31 S 32 V 51 Fe 56 Cu 64 Mo 96 Ba 137 Au 197

## 第 I 卷(选择题 共 42 分)

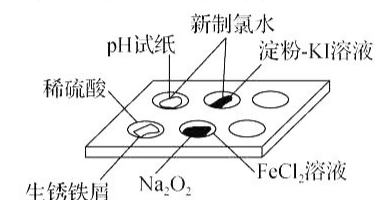
一、选择题:本题共 14 小题,每小题 3 分,共 42 分。在每小题给出的四个选项中,只有一项是符合题目要求的。

- 关于成语、古诗和典故,下列说法错误的是
  - “落红不是无情物,化作春泥更护花”体现了自然界中的碳循环
  - “纸上谈兵”中“纸”的制作中若用  $\text{SO}_2$  处理纸浆,是利用了  $\text{SO}_2$  的漂白性
  - “完璧归赵”中“璧”属于金属材料
  - “火树银花”形容焰火的灿烂,燃放烟花的过程中发生了氧化还原反应
- $N_A$  表示阿伏加德罗常数的值,下列说法正确的是
  - 2 mol  $\text{SO}_2$  与 1 mol  $\text{O}_2$  充分反应转移的电子数为  $4N_A$
  - 标准状况下,1.12 L HF 中含有氢原子数为  $0.05 N_A$
  - 1 mol  $\text{FeBr}_2$  与 22.4 L  $\text{Cl}_2$  完全反应时转移的电子数为  $2N_A$
  - 标准状况下,过氧化钠与水反应生成 2.24 L 氧气,转移的电子数为  $0.2N_A$
- 下列有关物质性质与用途对应关系不正确的是
  - Al 表面有致密的氧化铝保护层,可用铝制餐具存放酸性及碱性食物
  - $\text{NaHCO}_3$  受热易分解,可用作焙制糕点的膨松剂
  - CaO 能与  $\text{SO}_2$  反应,可作为工业废气处理时的脱硫剂
  - 氢气热值高,液氢可作运载火箭的高能清洁燃料
- 下列解释事实的离子方程式正确的是
  - 泡沫灭火器的反应原理:  $2\text{Al}^{3+} + 3\text{CO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$
  - 向  $\text{NaClO}$  溶液中通入少量  $\text{CO}_2$  气体:  $\text{ClO}^- + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{HClO}$
  - 碘化亚铁溶液与等物质的量的氯气:  $2\text{Fe}^{2+} + 2\text{I}^- + 2\text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + \text{I}_2 + 4\text{Cl}^-$
  - 向硫化钠溶液通入足量二氧化硫:  $\text{S}^{2-} + 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} + 2\text{HSO}_3^-$

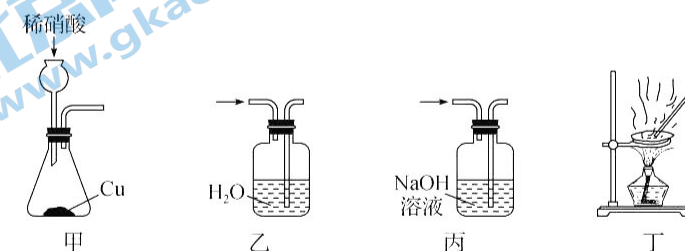
5. 下列实验操作或装置(略去部分夹持仪器)正确的是



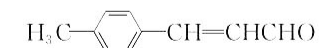
6. 实验室常采用点滴板来完成部分实验,这样既可以节约药品的用量,又便于观察实验现象。图中所示的实验点滴板上描述的实验现象或推论正确的是



- 新制氯水滴加到 pH 试纸及淀粉-KI 溶液孔穴,发生的现象都体现了新制氯气的漂白性
  - 生锈铁屑加入过量稀硫酸反应后,若加入  $\text{KMnO}_4$  溶液后,溶液褪色,说明该溶液中有  $\text{Fe}^{2+}$  存在
  - $\text{Na}_2\text{O}_2$  固体中滴加  $\text{FeCl}_2$  溶液后最终为白色沉淀
  - 生锈铁屑加入足量稀硫酸后,若加入 KSCN 溶液,溶液一定变血红色
7. 下列装置用于实验室制取 NO 气体并回收  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ,能达到实验目的的是

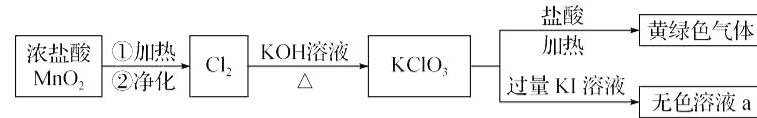


- 用装置甲制 NO 气体
  - 用装置乙收集 NO 气体
  - 用装置丙进行 NO 的尾气吸收
  - 用装置丁蒸干溶液获得  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  固体
8. 有机物 M 是合成某种抗血栓药的中间体,结构如图所示。下列说法错误的是



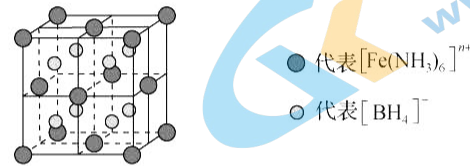
- 存在顺反异构体
- 能使溴水褪色
- 分子中所有原子一定共平面
- 1 mol 该分子最多与 5 mol  $\text{H}_2$  发生反应

9. 某实验小组同学制备  $\text{KClO}_3$  并探究其性质的过程如图:



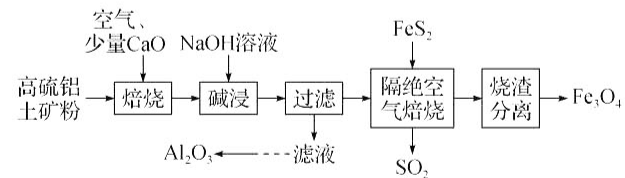
下列说法不正确的是

- A. 盛装液氯的容器上所贴的危险化学品标志为
- B. 生成  $\text{KClO}_3$  的离子方程式为  $3\text{Cl}_2 + 6\text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{ClO}_3^- + 5\text{Cl}^- + 3\text{H}_2\text{O}$
- C. 上述实验说明碱性条件下氧化性  $\text{Cl}_2 > \text{KClO}_3$ , 酸性条件下氧化性  $\text{Cl}_2 < \text{KClO}_3$
- D. 推测若取少量无色溶液 a 于试管中, 滴加稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$  后, 溶液仍为无色
10. 某种新型储氢材料的立方晶胞如图所示, 该晶体由  $[\text{Fe}(\text{NH}_3)_6]^{n+}$  和  $[\text{BH}_4]^-$  形成, 晶胞参数为  $a$  pm.

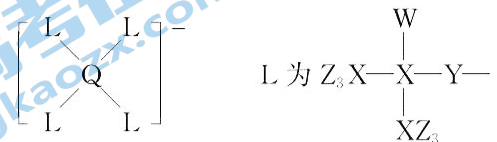


下列说法中不正确的是

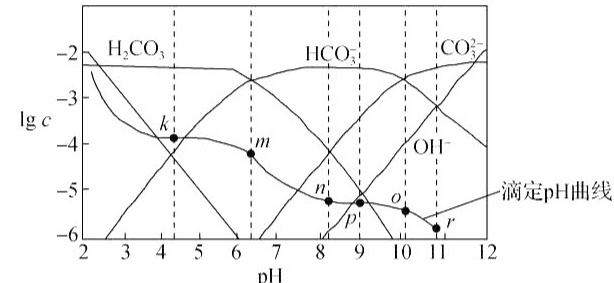
- A.  $[\text{Fe}(\text{NH}_3)_6]^{n+}$  中  $n=2$
- B. 晶胞中  $[\text{Fe}(\text{NH}_3)_6]^{n+}$  和  $[\text{BH}_4]^-$  的配位数分别为 8 和 4
- C. 晶胞中距离最近的 2 个  $[\text{Fe}(\text{NH}_3)_6]^{n+}$  之间的距离为  $\frac{\sqrt{3}a}{4}$  pm
- D.  $[\text{BH}_4]^-$  的中心原子的杂化方式为  $\text{sp}^3$  杂化
11. 以高碱铝土矿(主要成分为  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 还含有少量  $\text{FeS}_2$ ) 为原料, 生产氧化铝并获得  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  的部分工艺流程如图所示。下列叙述不正确的是



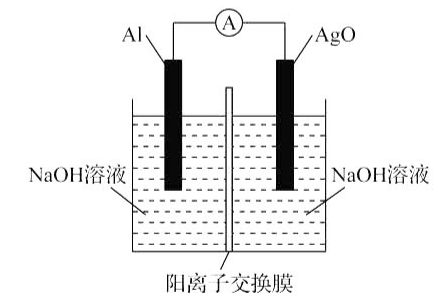
- A. 加入  $\text{CaO}$  可以减少  $\text{SO}_2$  的排放同时生成建筑材料  $\text{CaSO}_4$
- B. 向滤液中通入过量  $\text{CO}_2$ 、过滤、洗涤、灼烧沉淀可制得  $\text{Al}_2\text{O}_3$
- C. 隔绝空气焙烧时理论上反应消耗的  $n(\text{FeS}_2) : n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 1 : 5$
- D. 烧渣分离可以选择用磁铁将烧渣中的  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  分离出来
12. 某种镁盐具有良好的电化学性能, 其阴离子结构如图所示。W、X、Y、Z、Q 是核电荷数依次增大的短周期元素, W、Y 原子序数之和等于 Z, Y 原子价电子数是 Q 原子价电子数的 2 倍。下列说法正确的是



- A. 该阴离子中含有配位键
- B. 第一电离能  $Z > X > Y$
- C. W 与 X 形成的最简单化合物为极性分子
- D. 可以通过电解 Q 氯化物的方法制备 Q
13. 常温时, 采用甲基橙和酚酞双指示剂。用盐酸滴定  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液, 溶液中  $\lg c(\text{H}_2\text{CO}_3)$ 、 $\lg c(\text{HCO}_3^-)$ 、 $\lg c(\text{CO}_3^{2-})$ 、 $\lg c(\text{H}^+)$ 、 $\lg c(\text{OH}^-)$  随溶液 pH 的变化及滴定曲线如图所示, 下列说法不正确的是



- A. 整个滴定过程中可先用酚酞再用甲基橙作指示剂
- B.  $n$  点的 pH 为  $m$  点和  $o$  点 pH 的平均值
- C.  $r$  点溶液中:  $c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{CO}_3)$
- D.  $r$  点到  $k$  点对应的变化过程中, 溶液中水的电离程度一直减小
14. 银铝电池具有能量密度高的优点, 电池装置如图所示, 电池放电时的反应为  $2\text{Al} + 3\text{AgO}(\text{氧化高银}) + 2\text{NaOH} + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{Ag}$ 。



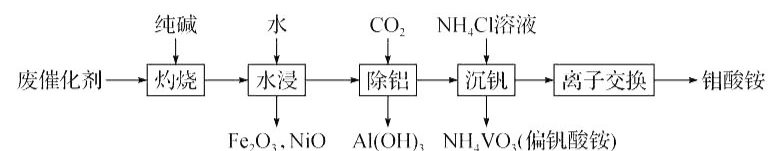
- 下列说法正确的是
- A. Al 电极的电势比 AgO 电极的高
- B. 正极电极反应式为  $\text{AgO} + 2\text{e}^- + 2\text{H}^+ = \text{Ag} + \text{H}_2\text{O}$
- C. 阳离子交换膜允许阳离子和电子通过
- D. 当导线中通过 0.3 mol 电子时, 负极区溶液质量减小 4.2 g



## 第 II 卷(非选择题 共 58 分)

二、非选择题:本题共 4 小题,共 58 分。

15. (15 分)以接触法制硫酸的废催化剂(主要成分是  $V_2O_5$ , 含少量  $Al_2O_3$ 、 $Fe_2O_3$ 、 $MoO_3$ 、 $NiO$  等)为原料回收金属化合物的工艺流程如图:

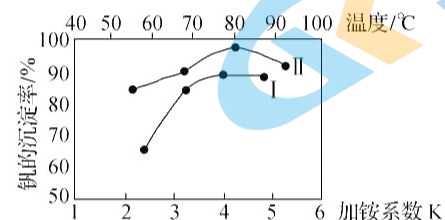


请回答下列问题:

(1)“灼烧”过程中  $V_2O_5$  与纯碱反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

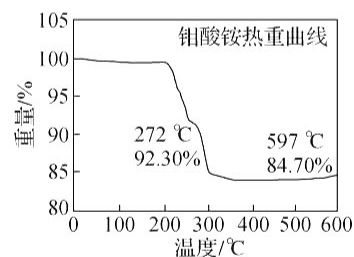
(2)“除铝”中通入过量  $CO_2$ , 发生反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。

(3)如图所示曲线 I、曲线 II 分别表示“沉钒”中钒的沉淀率与加钼系数(K)(指氯化铵与钒元素质量之比)、温度的关系。



最佳“沉钒”条件是\_\_\_\_\_。温度超过  $80^\circ C$  时沉钒率下降的主要原因是\_\_\_\_\_。

(4)钼酸铵的化学式为  $(NH_4)_2MoO_4$ 。取少量晶体,一定条件下受热分解的热重曲线如图所示:



则  $597^\circ C$  时,钼酸铵热分解的产物为\_\_\_\_\_ (填化学式)。钼酸铵在高温下通入  $H_2$  可制得单质钼,该过程的化学方程式是\_\_\_\_\_。

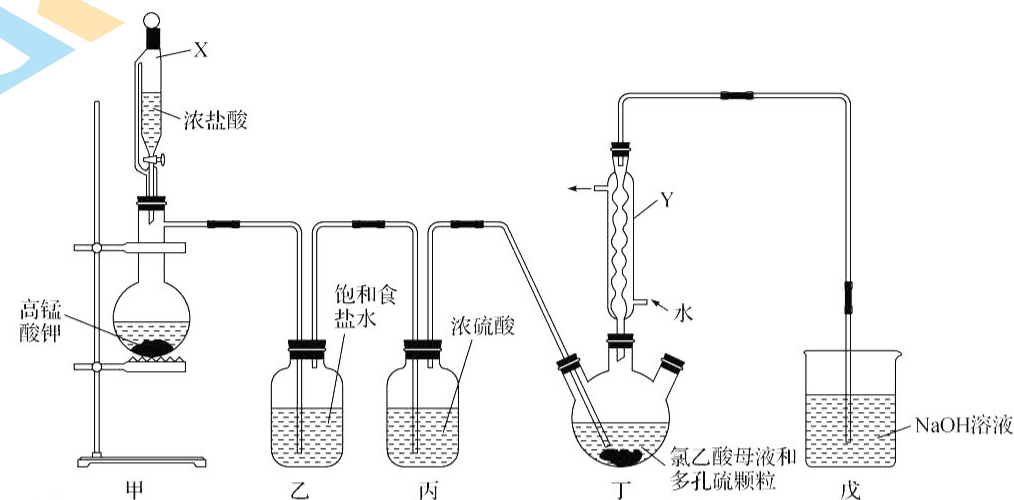
(5)“水浸”中浸渣可制备高纯度铁红。操作过程包括酸溶、沉铁等。“沉铁”有两种方法:

方法 1:调节溶液 pH。已知:沉铁的滤液中  $c(Ni^{2+})=0.02 mol \cdot L^{-1}$ 。当  $c(Fe^{3+})=1.0 \times 10^{-5} mol \cdot L^{-1}$  时被视为完全沉淀。用  $Na_2CO_3$  溶液调节 pH 分离  $Ni^{2+}$ 、 $Fe^{3+}$ , pH 范围为\_\_\_\_\_。(已知:  $K_{sp}[Fe(OH)_3] \approx 1.0 \times 10^{-38}$ ,  $K_{sp}[Ni(OH)_2] \approx 2.0 \times 10^{-15}$ )

方法 2:结合法。已知:  $Ni(OH)_2 + 4NH_3 \cdot H_2O \rightleftharpoons [Ni(NH_3)_4]^{2+} + 2OH^- + 4H_2O$ 。从含  $Fe^{3+}$ 、 $Ni^{2+}$  的溶液中提取  $Fe(OH)_3$  的方法是\_\_\_\_\_、过滤、洗涤、干燥。

16. (14 分)工业制备并提取一氯乙酸( $ClCH_2COOH$ )的母液中有  $CH_3COOH$ 、 $ClCH_2COOH$ 、 $Cl_2CHCOOH$  等残留。实验室用多孔硫颗粒作催化剂,对母液进行深度氯化,使其中残留物转化为有广泛应用价值的三氯乙酸( $CCl_3COOH$ )。

主要反应方程式:  $ClCH_2COOH + 2Cl_2 \xrightarrow[\Delta]{S} CCl_3COOH + 2HCl$ 。制备装置如图所示。



回答下列问题:

(1)装置甲中用仪器 X 替换分液漏斗的好处是\_\_\_\_\_。

(2)装置甲中制取  $Cl_2$  离子方程式为\_\_\_\_\_。

(3)装置丁中仪器 Y 的名称是\_\_\_\_\_。

(4)制备三氯乙酸时,需要控制温度在  $140^\circ C$  左右持续加热,则丁的加热方法是\_\_\_\_\_ (填“水浴加热”“油浴加热”或“酒精灯直接加热”)。

(5)制备三氯乙酸过程中不需要另加沸石,原因是\_\_\_\_\_。

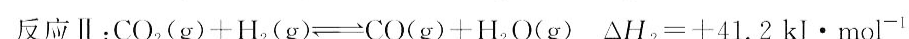
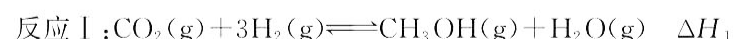
(6)可以用  $pK_a$  ( $pK_a = -\lg K_a$ ) 来衡量酸性的强弱,下表是部分酸的  $pK_a$  数据:

物质	$ClCH_2COOH$	$Cl_2CHCOOH$	$CCl_3COOH$	$H_2SO_3$
$pK_a$ (室温)	2.86	1.29	0.65	$pK_{a1}=1.9$ 、 $pK_{a2}=7.5$

①从表中数据可知,酸性:  $ClCH_2COOH < Cl_2CHCOOH < CCl_3COOH$ , 请从物质结构角度解释原因\_\_\_\_\_。

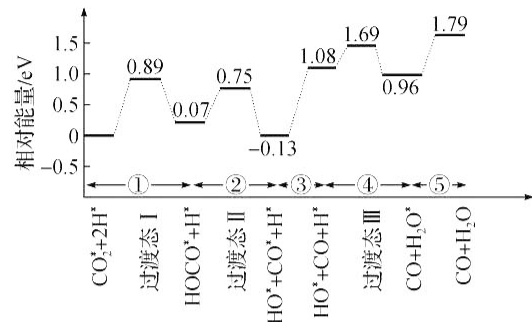
②在  $Na_2SO_3$  溶液中加入足量的  $ClCH_2COOH$ , 反应的离子反应方程式为\_\_\_\_\_。

17. (14 分)当今世界多国相继规划了碳达峰、碳中和的时间节点。因此,研发二氧化碳利用技术,降低空气中二氧化碳含量成为研究热点。其中用  $CO_2$ 、 $H_2$  为原料合成甲醇( $CH_3OH$ )过程主要涉及以下反应:



(1)根据盖斯定律,反应 I 的  $\Delta H_1 =$ \_\_\_\_\_。

(2)我国学者结合实验与计算机模拟结果,研究了  $\text{CO}_2$  与  $\text{H}_2$  在  $\text{TiO}_2/\text{Cu}$  催化剂表面生成  $\text{CH}_3\text{OH}$  和  $\text{H}_2\text{O}$  的部分反应历程,如图所示,其中吸附在催化剂表面的物种用 \* 标注。



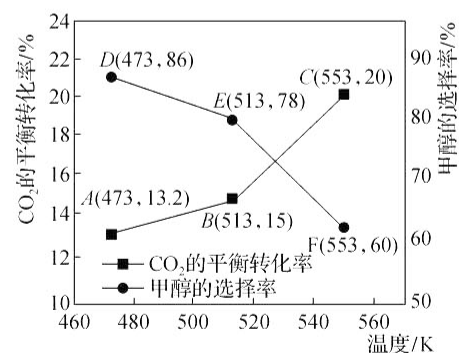
反应历程中反应速率最快一步的能垒(活化能)的  $E_{\text{正}} =$ \_\_\_\_\_ eV。并写出该历程的化学方程式\_\_\_\_\_。

(3)上述反应体系在一定条件下建立平衡后,下列说法正确的有\_\_\_\_\_ (填字母)。

- A. 升高温度,反应 II 正向移动,反应 III 逆向移动
- B. 加入反应 I 的催化剂,可以降低反应的活化能及反应热
- C. 增大  $\text{H}_2$  的浓度,有利于提高  $\text{CO}_2$  的平衡转化率
- D. 及时分离出  $\text{CH}_3\text{OH}$ ,可以使得反应 I 的正反应速率增大

(4)加压,甲醇产率将\_\_\_\_\_ (填“升高”“不变”“降低”或“无法确定”);若原料二氧化碳中掺混一氧化碳,随一氧化碳含量的增加,甲醇产率将\_\_\_\_\_ (填“升高”“不变”“降低”或“无法确定”)。

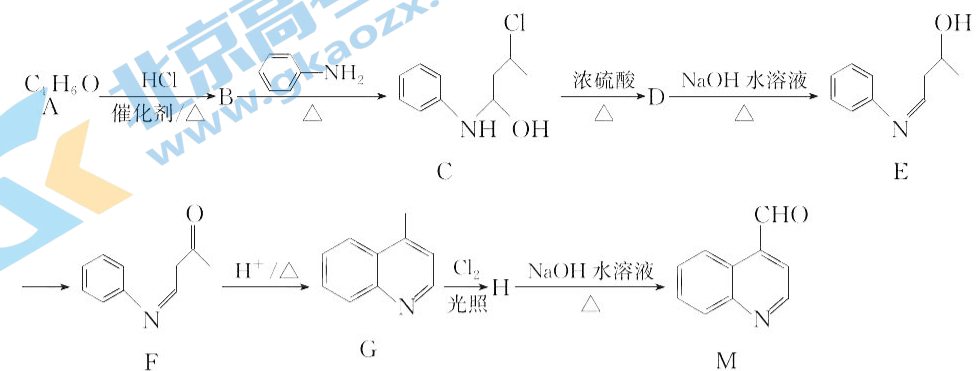
(5)加入新催化剂使 1 mol  $\text{CO}_2$  和 3 mol  $\text{H}_2$  在 1 L 密闭容器中只发生反应 I、II,  $\text{CO}_2$  平衡转化率和甲醇选择率(甲醇选择率是指转化生成甲醇的  $\text{CO}_2$  物质的量分数)与温度的变化趋势如图所示。



①由图可知,达到平衡时,最适宜的反应温度是\_\_\_\_\_ (填“473 K”“513 K”或“553 K”)。

②553 K 时,若反应后体系的总压为  $p$ ,反应 I 的  $K_p =$ \_\_\_\_\_ (列出计算式)。(  $K_p$  为压强平衡常数,其表达式写法:在浓度平衡常数表达式中用气体分压代替浓度,气体的分压等于总压乘以物质的量分数。)

18. (15分)化合物 M 是一种合成药物中间体,一种合成化合物 M 的人工合成路线如图:



已知:  $\text{R}_1-\text{NH}_2 + \text{R}_2-\text{CHO} \xrightarrow{\Delta} \text{R}_1-\text{NH}-\text{CHOH}-\text{R}_2$ ; 一个碳上连接两个羟基时不稳定,易发生分子内脱水,形成羰基

回答下面问题。

(1)有机物 A 能发生银镜反应,核磁共振氢谱中有四组峰,峰面积之比为 2:2:1:1,写出有机物 A 的结构简式:\_\_\_\_\_。有机物 A 中的官能团的名称是\_\_\_\_\_。

(2)有机物 C 生成有机物 D 的反应类型为\_\_\_\_\_,有机物 E 生成有机物 F 的反应条件是\_\_\_\_\_。

(3)写出有机物 H 的结构简式:\_\_\_\_\_。

(4)写出有机物 H 生成有机物 M 的反应方程式:\_\_\_\_\_。

(5)满足下列条件的有机物 C 的同分异构体有\_\_\_\_\_种。

苯环上有四种取代基,其中氯原子、羟基和氨基直接与苯环相连且两两互不相邻。

(6)写出 和 2-丙醇 ( $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_3$ ) 为原料制备 的合成路线流程图(无机试剂和有机溶剂任用,合成路线流程图表示例见本题题干):\_\_\_\_\_。