

化学试题

本试卷共 100 分,考试时间 75 分钟。

可能用到的相对原子质量:H—1 C—12 N—14 O—16
S—32 Cl—35.5 Fe—56 Cu—64 Zn—65

一、选择题:本题共 16 小题,共 44 分。第 1~10 小题,每小题 2 分;第 11~16 小题,每小题 4 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. “高山流水觅知音”。下列中国古乐器中,主要由硅酸盐材料制成的是 ()



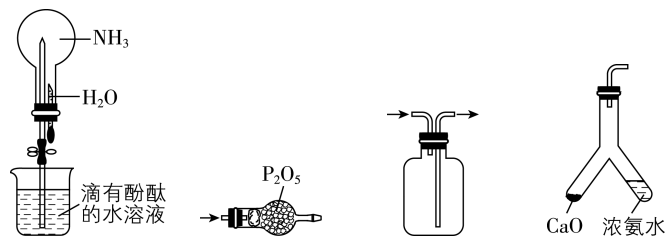
2. 科教兴国,“可上九天揽月,可下五洋捉鳖”。下列说法正确的是 ()

- A. “天舟六号”为中国空间站送去推进剂 Xe 气,Xe 是第 I A 族元素
B. 火星全球影像彩图显示了火星表土颜色,表土中赤铁矿主要成分为 FeO
C. 创造了可控核聚变运行纪录的“人造太阳”,其原料中的²H 与³H 互为同位素
D. “深地一号”为进军万米深度提供核心装备,制造钻头用的金刚石为金属晶体

3. 建设美丽乡村,守护中华家国。衣食住行皆化学。下列说法正确的是 ()

- A. 千家万户通光纤,光纤的主要材质为 Si
B. 乡村公路铺沥青,沥青属于天然无机材料
C. 美容扮靓迎佳节,化妆品中的甘油难溶于水
D. 均衡膳食助健康,主食中的淀粉可水解为葡萄糖

4. 1827 年,英国科学家法拉第进行了 NH₃ 喷泉实验。在此启发下,兴趣小组利用以下装置,进行如下实验。其中,难以达到预期目的的是 ()



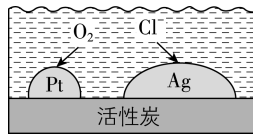
A. 喷泉实验 B. 干燥 NH₃ C. 收集 NH₃ D. 制备 NH₃

5. 化学处处呈现美。下列说法正确的是 ()

- A. 舞台上干冰升华时,共价键断裂
B. 饱和 CuSO₄ 溶液可析出无水蓝色晶体
C. 苯分子的正六边形结构,单双键交替呈现完美对称
D. 晨雾中的光束如梦如幻,是丁达尔效应带来的美景

6. 负载有 Pt 和 Ag 的活性炭,可选择性去除 Cl⁻ 实现废酸的纯化,其工作原理如图。下列说法正确的是 ()

- A. Ag 作原电池正极
B. 电子由 Ag 经活性炭流向 Pt
C. Pt 表面发生的电极反应: O₂ + 2H₂O + 4e⁻ = 4OH⁻
D. 每消耗标准状况下 11.2 L 的 O₂,最多去除 1 mol Cl⁻

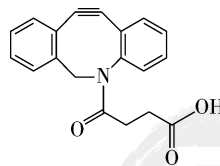


7. 劳动有利于“知行合一”。下列劳动项目与所述的化学知识没有关联的是 ()

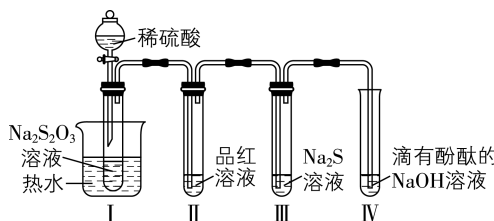
选项	劳动项目	化学知识
A	帮厨活动:帮食堂师傅煎鸡蛋准备午餐	加热使蛋白质变性
B	环保行动:宣传使用聚乳酸制造的包装材料	聚乳酸在自然界可生物降解
C	家务劳动:擦干已洗净的铁锅,以防生锈	铁丝在 O ₂ 中燃烧生成 Fe ₃ O ₄
D	学农活动:利用秸秆、厨余垃圾等生产沼气	沼气中含有的 CH ₄ 可作燃料

8. 2022 年诺贝尔化学奖授予研究“点击化学”的科学家。如图所示化合物是“点击化学”研究中的常用分子。关于该化合物,说法不正确的是 ()

- A. 能发生加成反应
B. 最多能与等物质的量的 NaOH 反应
C. 能使溴水和酸性 KMnO₄ 溶液褪色
D. 能与氨基酸和蛋白质中的氨基反应



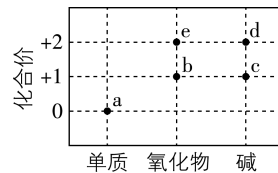
9. 按如图装置进行实验。将稀硫酸全部加入 I 中的试管,关闭活塞。下列说法正确的是 ()



- A. I 中试管内的反应,体现 H⁺ 的氧化性
B. II 中品红溶液褪色,体现 SO₂ 的还原性
C. 在 I 和 III 的试管中,都出现了浑浊现象
D. 撤掉水浴,重做实验,IV 中红色更快褪去

10. 部分含 Na 或含 Cu 物质的分类与相应化合价关系如图所示。下列推断不合理的是 ()

- A. 可存在 c→d→e 的转化
B. 能与 H₂O 反应生成 c 的物质只有 b
C. 新制的 d 可用于检验葡萄糖中的醛基
D. 若 b 能与 H₂O 反应生成 O₂,则 b 中含共价键



11. 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值。侯氏制碱法涉及 NaCl、NH₄Cl 和 NaHCO₃ 等物质。下列叙述正确的是 ()

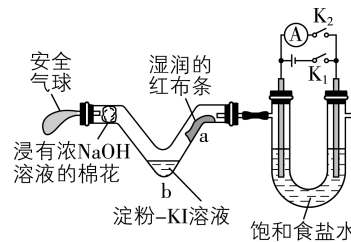
- A. 1 mol NH₄Cl 含有的共价键数目为 5N_A
B. 1 mol NaHCO₃ 完全分解,得到的 CO₂ 分子数目为 2N_A
C. 体积为 1 L 的 1 mol·L⁻¹ NaHCO₃ 溶液中,HCO₃⁻ 数目为 N_A
D. NaCl 和 NH₄Cl 的混合物中含 1 mol Cl⁻,则混合物中质子数为 28N_A

12. 下列陈述 I 与陈述 II 均正确,且具有因果关系的是 ()

选项	陈述 I	陈述 II
A	将浓硫酸加入蔗糖中形成多孔炭	浓硫酸具有氧化性和脱水性
B	装有 NO ₂ 的密闭烧瓶冷却后颜色变浅	NO ₂ 转化为 N ₂ O ₄ 的反应吸热
C	久置空气中的漂白粉遇盐酸产生 CO ₂	漂白粉的有效成分是 CaCO ₃
D	1 mol·L ⁻¹ NaCl 溶液导电性比同浓度醋酸强	NaCl 溶液的 pH 比醋酸的高

13. 利用活性石墨电极电解饱和食盐水,进行如图所示实验。闭合 K₁,一段时间后, ()

- A. U 型管两侧均有气泡冒出,分别是 Cl₂ 和 O₂
B. a 处布条褪色,说明 Cl₂ 具有漂白性
C. b 处出现蓝色,说明还原性:Cl⁻ > I⁻
D. 断开 K₁,立刻闭合 K₂,电流表发生偏转



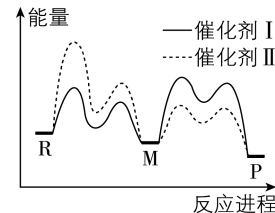
14. 化合物 XYZ₄ME₄ 可作肥料,所含的 5 种元素位于主族,在每个短周期均有分布,仅有 Y 和 M 同族。Y 的基态原子价层 p 轨道半充满,X 的基态原子价层

电子排布式为 nsⁿ⁻¹,X 与 M 同周期,E 在地壳中含量最多。下列说法正确的是 ()

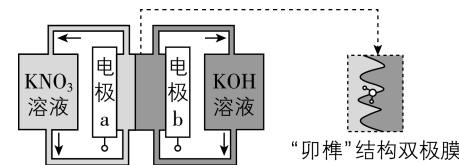
- A. 元素电负性:E>Y>Z
B. 氢化物沸点:M>Y>E
C. 第一电离能:X>E>Y
D. YZ₃ 和 YE₃ 的空间结构均为三角锥形

15. 催化剂 I 和 II 均能催化反应 R(g) ⇌ P(g)。反应历程(如图)中,M 为中间产物。其他条件相同时,下列说法不正确的是 ()

- A. 使用 I 和 II,反应历程都分 4 步进行
B. 反应达平衡时,升高温度,R 的浓度增大
C. 使用 II 时,反应体系更快达到平衡
D. 使用 I 时,反应过程中 M 所能达到的最高浓度更大



16. 用一种具有“卵榫”结构的双极膜组装电解池(如图),可实现大电流催化电解 KNO₃ 溶液制氨。工作时,H₂O 在双极膜界面处被催化解离成 H⁺ 和 OH⁻,有利于电解反应顺利进行。下列说法不正确的是 ()



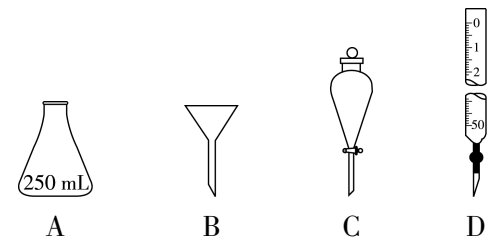
- A. 电解总反应:KNO₃ + 3H₂O = NH₃·H₂O + 2O₂ ↑ + KOH
B. 每生成 1 mol NH₃·H₂O,双极膜处有 9 mol 的 H₂O 解离
C. 电解过程中,阳极室中 KOH 的物质的量不因反应而改变
D. 相比于平面结构双极膜,“卵榫”结构可提高氨生成速率

二、非选择题:本题共 4 小题,共 56 分。

17. (14 分) 化学反应常伴随热效应。某些反应(如中和反应)的热量变化,其数值 Q 可通过量热装置测量反应前后体系温度变化,用公式 Q = cpV_总 · ΔT 计算获得。

(1) 盐酸浓度的测定:移取 20.00 mL 待测液,加入指示剂,用 0.500 0 mol·L⁻¹ NaOH 溶液滴定至终点,消耗 NaOH 溶液 22.00 mL。

①上述滴定操作用到的仪器有 (填序号)。



②该盐酸浓度为 mol·L⁻¹。

(2)热量的测定:取上述 NaOH 溶液和盐酸各 50 mL 进行反应,测得反应前后体系的温度值(℃)分别为 T_0 、 T_1 ,则该过程放出的热量为_____ J(c 和 ρ 分别取 $4.18\text{ J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{℃}^{-1}$ 和 $1.0\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$,忽略水以外各物质吸收的热量,下同)。

(3)借鉴(2)的方法,甲同学测量放热反应 $\text{Fe(s)} + \text{CuSO}_4(\text{aq}) = \text{FeSO}_4(\text{aq}) + \text{Cu(s)}$ 的焓变 ΔH (忽略温度对焓变的影响,下同)。实验结果见表。

序号	反应试剂		体系温度/℃	
			反应前	反应后
i	$0.20\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$	1.20 g Fe 粉	a	b
ii	CuSO_4 溶液 100 mL	0.56 g Fe 粉	a	c

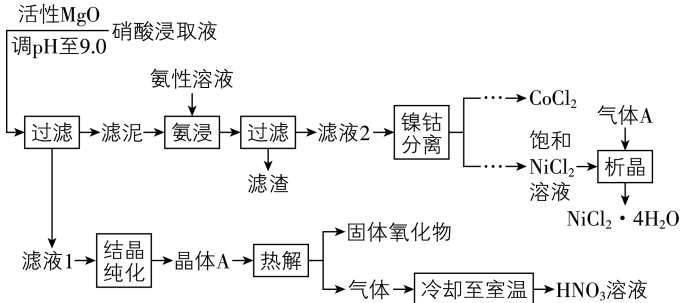
①温度: b _____ c (填“>”“<”或“=”)。
② ΔH = _____ (选择表中一组数据计算)。结果表明,该方法可行。

(4)乙同学也借鉴(2)的方法,测量反应 $\text{A:Fe(s)} + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3(\text{aq}) = 3\text{FeSO}_4(\text{aq})$ 的焓变。查阅资料 配制 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液时需加入酸。加酸的目的是_____。提出猜想 Fe 粉与 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液混合,在反应 A 进行的过程中,可能存在 Fe 粉和酸的反应。验证猜想 用 pH 试纸测得 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液的 pH 不大于 1;向少量 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中加入 Fe 粉,溶液颜色变浅的同时有气泡冒出,说明存在反应 A 和 _____ (用离子方程式表示)。

实验小结 猜想成立,不能直接测反应 A 的焓变。教师指导 鉴于以上问题,特别是气体生成带来的干扰,需要设计出实验过程中无气体生成的实验方案。优化设计 乙同学根据相关原理,重新设计了优化的实验方案,获得了反应 A 的焓变。该方案为_____。

(5)化学能可转化为热能,写出其在生产或生活中的一种应用:_____。

18. (14 分)Ni、Co 均是重要的战略性金属。从处理后的矿石硝酸浸取液(含 Ni^{2+} 、 Co^{2+} 、 Al^{3+} 、 Mg^{2+})中,利用氨浸工艺可提取 Ni、Co,并获得高附加值化工产品。工艺流程如下:



已知:氨性溶液由 $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ 和 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 配制。常温下, Ni^{2+} 、 Co^{2+} 、 Co^{3+} 与 NH_3 形成可溶于水的配离子; $\lg K_b(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}) = -4.7$; $\text{Co}(\text{OH})_2$ 易被空气氧化为 $\text{Co}(\text{OH})_3$;部分氢氧化物的 K_{sp} 如表。

氢氧化物	$\text{Co}(\text{OH})_2$	$\text{Co}(\text{OH})_3$	$\text{Ni}(\text{OH})_2$	$\text{Al}(\text{OH})_3$	$\text{Mg}(\text{OH})_2$
K_{sp}	5.9×10^{-15}	1.6×10^{-44}	5.5×10^{-16}	1.3×10^{-33}	5.6×10^{-12}

(1)活性 MgO 可与水反应,化学方程式为_____。

(2)常温下,pH=9.9 的氨性溶液中, $c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O})$ _____ $c(\text{NH}_4^+)$ (填“>”“<”或“=”)。

(3)“氨浸”时,由 $\text{Co}(\text{OH})_3$ 转化为 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 的离子方程式为_____。

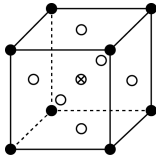
(4) $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 会使滤泥中的一种胶状物质转化为疏松分布的棒状颗粒物。滤渣的 X 射线衍射图谱中,出现了 $\text{NH}_4\text{Al}(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 的明锐衍射峰。

① $\text{NH}_4\text{Al}(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 属于 _____ (填“晶体”或“非晶体”)。

② $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 提高了 Ni、Co 的浸取速率,其原因是_____。

(5)①“析晶”过程中通入的酸性气体 A 为_____。

②由 CoCl_2 可制备 Al_xCoO_y 晶体,其立方晶胞如图。Al 与 O 最小间距大于 Co 与 O 最小间距, x 、 y 为整数,则 Co 在晶胞中的位置为 _____;晶体中一个 Al 周围与其最近的 O 的个数为_____。



(6)①“结晶纯化”过程中,没有引入新物质。晶体 A 含 6 个结晶水,则所得 HNO_3 溶液中 $n(\text{HNO}_3)$ 与 $n(\text{H}_2\text{O})$ 的比值,理论上最高为_____。

②“热解”对于从矿石提取 Ni、Co 工艺的意义,在于可重复利用 HNO_3 和 _____ (填化学式)。

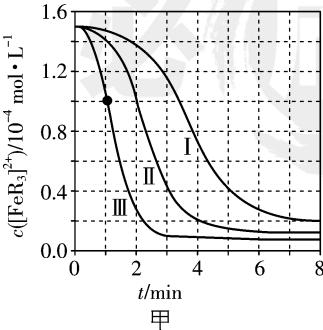
19. (14 分)配合物广泛存在于自然界,且在生产和生活中都发挥着重要作用。

(1)某有机物 R 能与 Fe^{2+} 形成橙红色的配离子 $[\text{FeR}_3]^{2+}$,该配离子可被 HNO_3 氧化成淡蓝色的配离子 $[\text{FeR}_3]^{3+}$ 。

①基态 Fe^{2+} 的 3d 电子轨道表示式为_____。

②完成反应的离子方程式: $\text{NO}_3^- + 2[\text{FeR}_3]^{2+} + 3\text{H}^+ =$ _____ $+ 2[\text{FeR}_3]^{3+} + \text{H}_2\text{O}$ 。

(2)某研究小组对(1)中②的反应进行了研究。用浓度分别为 2.0 、 2.5 、 $3.0\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 HNO_3 溶液进行了三组实验,得到 $c([\text{FeR}_3]^{2+})$ 随时间 t 的变化曲线如图甲。



① $c(\text{HNO}_3) = 3.0\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,在 $0\sim 1\text{ min}$ 内, $[\text{FeR}_3]^{2+}$ 的平均消耗速率=_____。

②下列有关说法中,正确的有 _____ (填序号)。

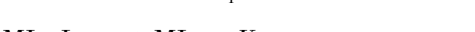
A. 平衡后加水稀释, $\frac{c([\text{FeR}_3]^{2+})}{c([\text{FeR}_3]^{3+})}$ 增大

B. $[\text{FeR}_3]^{2+}$ 平衡转化率: $\alpha_{\text{III}} > \alpha_{\text{II}} > \alpha_{\text{I}}$

C. 三组实验中,反应速率都随反应进程一直减小

D. 体系由橙红色转变为淡蓝色所需时间: $t_{\text{III}} > t_{\text{II}} > t_{\text{I}}$

(3)R 的衍生物 L 可用于分离稀土。溶液中某稀土离子(用 M 表示)与 L 存在平衡:



研究组配制了 L 起始浓度 $c_0(\text{L}) = 0.02\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、M 与 L 起始浓度比 $\frac{c_0(\text{M})}{c_0(\text{L})}$ 不同的系列溶液,反应平衡后

测定其核磁共振氢谱。配体 L 上的某个特征 H 在三个物种 L、ML、 ML_2 中的化学位移不同,该特征 H 对应吸收峰的相对峰面积 S (体系中所有特征 H 的总峰面积计为 1)如表。

$\frac{c_0(\text{M})}{c_0(\text{L})}$	$S(\text{L})$	$S(\text{ML})$	$S(\text{ML}_2)$
0	1.00	0	0
a	x	<0.01	0.64
b	<0.01	0.40	0.60

【注】核磁共振氢谱中相对峰面积 S 之比等于吸收峰对应 H 的原子数目之比;“<0.01”表示未检测到。

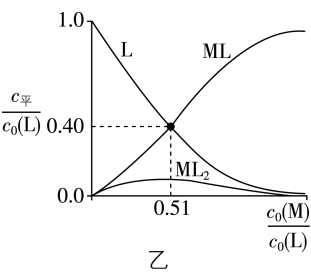
① $\frac{c_0(\text{M})}{c_0(\text{L})} = a$ 时, $x =$ _____。

② $\frac{c_0(\text{M})}{c_0(\text{L})} = b$ 时,平衡浓度比 $c_{\text{平}}(\text{ML}_2) : c_{\text{平}}(\text{ML}) =$ _____。

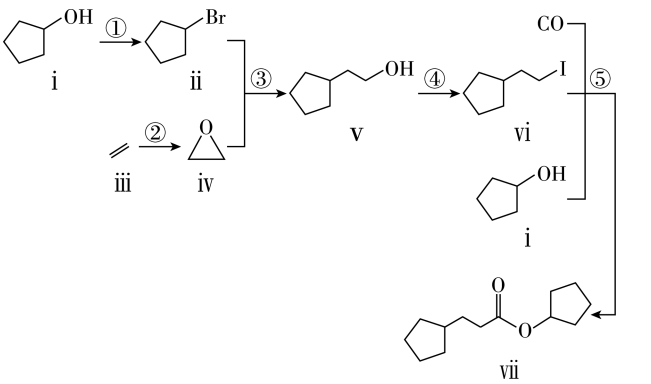
(4)研究组用吸收光谱法研究了(3)中 M 与 L 反应体系。当 $c_0(\text{L}) = 1.0 \times 10^{-5}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,测得平

衡时各物种 $\frac{c_{\text{平}}}{c_0(\text{L})}$ 随 $\frac{c_0(\text{M})}{c_0(\text{L})}$ 的变化曲线如图乙所示。

$\frac{c_0(\text{M})}{c_0(\text{L})} = 0.51$ 时,计算 M 的平衡转化率(写出计算过程,结果保留两位有效数字)。



20. (14 分)室温下可见光催化合成技术,对于人工模仿自然界、发展有机合成新方法意义重大。一种基于 CO、碘代烃类等,合成化合物 vii 的路线如下(加料顺序、反应条件略):



(1)化合物 i 的分子式为_____。化合物 x 为 i 的同分异构体,且在核磁共振氢谱上只有 2 组峰。x 的结构简式为 _____ (写一种),其名称为_____。

(2)反应②中,化合物 iii 与无色无味气体 y 反应,生成化合物 iv,原子利用率为 100%,y 为_____。

(3)根据化合物 v 的结构特征,分析预测其可能的化学性质,完成下表。

序号	反应试剂、条件	反应形成的新结构	反应类型
a	_____	_____	消去反应
b	_____	_____	氧化反应 (生成有机产物)

(4)关于反应⑤的说法中,不正确的有 _____ (填序号)。

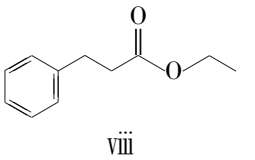
A. 反应过程中,有 C—I 键和 H—O 键断裂

B. 反应过程中,有 C=O 双键和 C—O 单键形成

C. 反应物 i 中,氧原子采取 sp^3 杂化,并且存在手性碳原子

D. CO 属于极性分子,分子中存在由 p 轨道“头碰头”形成的 π 键

(5)以苯、乙烯和 CO 为含碳原料,利用反应③和⑤的原理,合成化合物 viii。



基于你设计的合成路线,回答下列问题:

(a)最后一步反应中,有机反应物为 _____ (写结构简式)。

(b)相关步骤涉及烯烃制醇反应,其化学方程式为_____。

(c)从苯出发,第一步的化学方程式为 _____ (注明反应条件)。