

2023 年普通高中学业水平选择性考试压轴卷(T8 联盟)

化学试题(一)

命题学校:华师一附中

试卷满分:100 分

考试用时:75 分钟

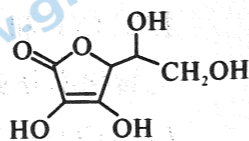
注意事项:

- 答卷前,考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上。
- 回答选择题时,选出每小题答案后,用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑,如需改动,用橡皮擦干净后,再选涂其他答案标号。回答非选择题时,将答案写在答题卡上,写在本试卷上无效。
- 考试结束后,将本试卷和答题卡一并交回。

可能用到的相对原子质量:N-14 O-16 F-19 K-39 Fe-56 Ni-59

一、选择题:本题共 15 小题,每小题 3 分,共 45 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。

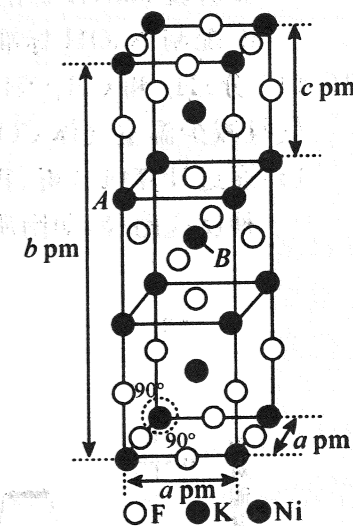
- 化学与生活密切相关,下列说法不正确的是
 - 燃煤脱硫有助于实现“碳达峰”“碳中和”
 - 煤的干馏、石油裂解、海带提碘都涉及化学变化
 - 洗涤棉布衣物不容易“甩干”是因为衣物与水分子间形成了氢键
 - CO₂ 合成淀粉中发生了还原反应
- 装修会产生大量污染物,如 PM2.5、甲醛等,下列说法正确的是
 - 酚醛树脂是苯酚和甲醛通过加聚反应形成的,此反应是可逆反应,家具可缓慢释放甲醛
 - 在室内戴医用口罩可阻甲醛分子进入呼吸道
 - PM2.5 分散在空气中可形成气溶胶,会产生丁达尔效应
 - 在室内喷洒双氧水可有效除去甲醛,是利用了双氧水的强氧化性
- 抗坏血酸的结构如图所示,下列说法不正确的是
 - 抗坏血酸可溶于水
 - 抗坏血酸可在 NaOH 的醇溶液中发生消去反应
 - 抗坏血酸的分子式为 C₆H₈O₆
 - 抗坏血酸分子中存在 2 个手性碳原子



- 湖北有着灿烂的文化,其中蕴含着丰富的化学知识。下列说法中不正确的是
 - 婚礼文化中“敬茶”所用的陶瓷茶杯主要成分为硅酸盐
 - 饮料茶是向茶叶中加入热水萃取得到的可溶物,去除茶渣的操作为分液
 - 黄陂肉糕制作过程中表面的蛋黄在加热时发生了蛋白质的变性
 - 大冶铜绿山古矿冶遗址出土的铁器锈迹斑斑是因为发生了吸氧腐蚀
- 下列离子方程式书写正确的是
 - 向 CaCl₂ 溶液中通入 CO₂: Ca²⁺ + H₂O + CO₂ = CaCO₃ ↓ + 2H⁺
 - Mg(HCO₃)₂ 溶液与过量 NaOH 溶液反应: Mg²⁺ + 2HCO₃⁻ + 4OH⁻ = Mg(OH)₂ ↓ + 2H₂O + 2CO₃²⁻
 - 漂白粉溶液吸收少量 SO₂ 气体: ClO⁻ + Ca²⁺ + H₂O + SO₂ = CaSO₄ ↓ + Cl⁻ + 2H⁺
 - 向 H₂¹⁸O₂ 中加入 H₂SO₄ 酸化的 KMnO₄ 溶液: 5H₂¹⁸O₂ + 2MnO₄⁻ + 6H⁺ = 5O₂ ↑ + 2Mn²⁺ + 8H₂¹⁸O

- 根据酸碱电子理论:凡是能给出电子对的物质都是碱,凡是能接受电子对的物质都是酸,能接受几对电子对则称几元酸。下列说法不正确的是
 - CuCl₂ + 4NH₃ = [Cu(NH₃)₄]²⁺ + 2Cl⁻, 该反应中的酸是 CuCl₂
 - N₂H₄ 是二元碱
 - 配合物可看做酸和碱的反应产物
 - 配离子的稳定性: [Mg(NH₃)₄]²⁺ > [Cu(NH₃)₄]²⁺

- 一种由镍、氟和钾三种元素组成的化合物晶体结构如图所示,下列说法错误的是
 - 该晶体中 Ni 的化合价为 +2
 - 与镍等距离且最近的 F⁻ 有 6 个
 - 图中 A、B 原子间的距离为 $\sqrt{\left(\frac{b}{2}-c\right)^2 + \frac{a^2}{2}}$ pm
 - 该晶体的密度为 $\frac{4.26 \times 10^{32}}{a^2 b N_A}$ g · cm⁻³



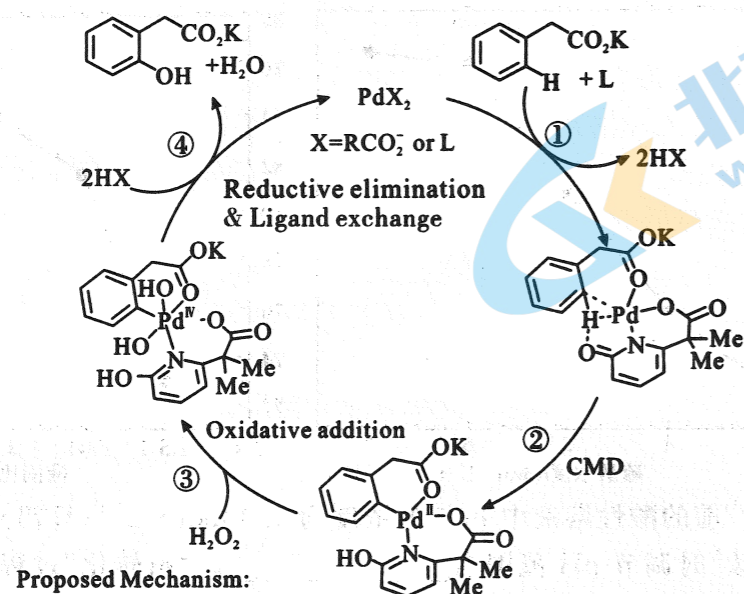
- 根据下列实验操作和现象得出的结论正确的是

选项	实验操作	现象	结论
A	向 NaAlO ₂ 溶液中滴加 NaHCO ₃ 溶液	出现白色沉淀	酸性: HCO ₃ ⁻ > Al(OH) ₃
B	向酸性 KMnO ₄ 溶液中滴入适量的 FeCl ₂ 溶液	KMnO ₄ 溶液紫色褪去	Fe ²⁺ 能被酸性高锰酸钾溶液氧化
C	用玻璃棒蘸取 X 溶液进行焰色试验	火焰呈黄色	X 溶液中一定含有 Na ⁺
D	向含有 SO ₂ 的 BaCl ₂ 溶液中通入气体 X	产生白色沉淀	X 一定表现氧化性

9. 下列实验操作描述正确且能达到实验目的的是

A	B	C	D
制备无水氯化铁	制取、收集 NO	测定化学反应速率	制备乙酸乙酯

10. Scripps 研究所近期在温和条件下实现了苯乙酸的邻位羟基化反应, 如图为其反应机理, 下列说法错误的是



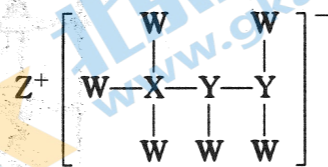
- 过程③中 H_2O_2 作为氧化剂
- 机理中存在非极性键的断裂
- 机理中所涉及物质 N 原子杂化方式均为 sp^2
- 在转化过程中 PdX_2 为催化剂

11. Li 和 Mg 是两种重要的金属元素。下列说法正确的是

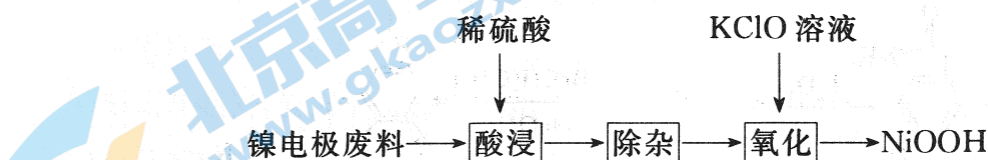
- 金属镁一般保存在石蜡油中
- 单质 Li 和冷水不反应
- 单质 Li 可与 N_2 反应生成 Li_3N
- Li、Mg 的焰色试验现象相同

12. 一种由短周期主族元素组成的化合物(如图所示), 具有良好的储氢性能, 其中元素 W、X、Y、Z 的原子序数依次增大, 且总和为 24。下列有关叙述不正确的是

- 同周期中第一电离能处于 X 和 Y 之间的元素有 2 种
- 元素 X 的最高价氧化物的水化物为一元弱酸
- 原子半径: $Z > X > Y > W$
- 化合物 ZW 具有较强的还原性



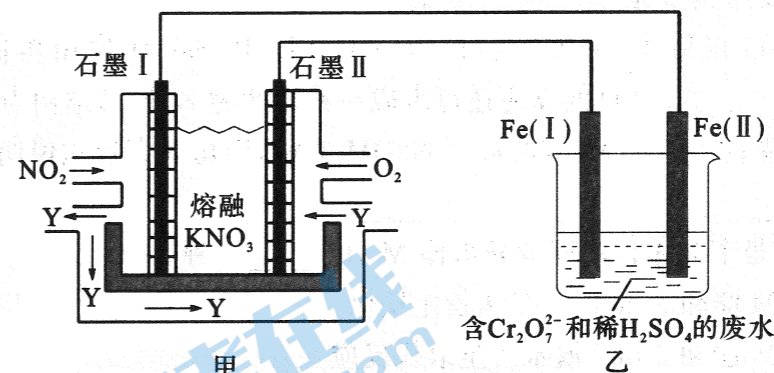
13. 一种以镍电极废料(含 Ni 以及少量 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 和不溶性杂质)为原料制备 $NiOOH$ 的过程可表示为:



“酸浸”后溶液中的金属离子除 Ni^{2+} 外还有少量的 Al^{3+} 和 Fe^{2+} 等, 下列说法错误的是

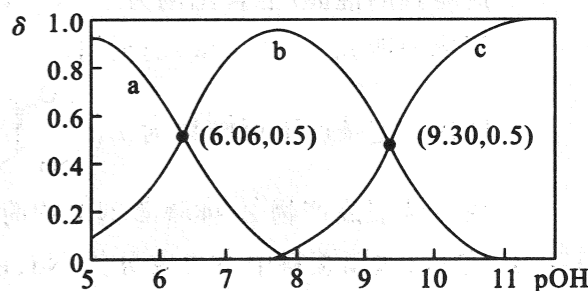
- 氧化性: $Ni^{2+} > Fe^{3+}$
- 提高酸浸率可采用升高温度或将废料粉碎
- 除杂过程包括: 调节 pH, 将 Al^{3+} 和 Fe^{2+} 转化为沉淀, 再过滤除去不溶性杂质
- 检验 $NiOOH$ 是否洗涤干净可取洗涤液加入盐酸酸化的 $BaCl_2$ 溶液

14. 将 NO_2 、 O_2 和熔融 KNO_3 制成燃料电池, 模拟工业电解法来处理含 $Cr_2O_7^{2-}$ 废水, 如图所示: 电解过程中溶液发生反应: $Cr_2O_7^{2-} + 6Fe^{2+} + 14H^+ = 2Cr^{3+} + 6Fe^{3+} + 7H_2O$, Y 是可循环使用的氧化物。下列说法不正确的是



- Y 是 N_2O_5
- Fe(I) 的电极反应式为 $Fe - 2e^- = Fe^{2+}$
- 若 Fe(II) 电极改为 Cu 电极, 电解结束时乙池中的产物会发生改变
- 若石墨 I 消耗 46 g NO_2 , 则乙池中可处理 0.083 mol $Cr_2O_7^{2-}$

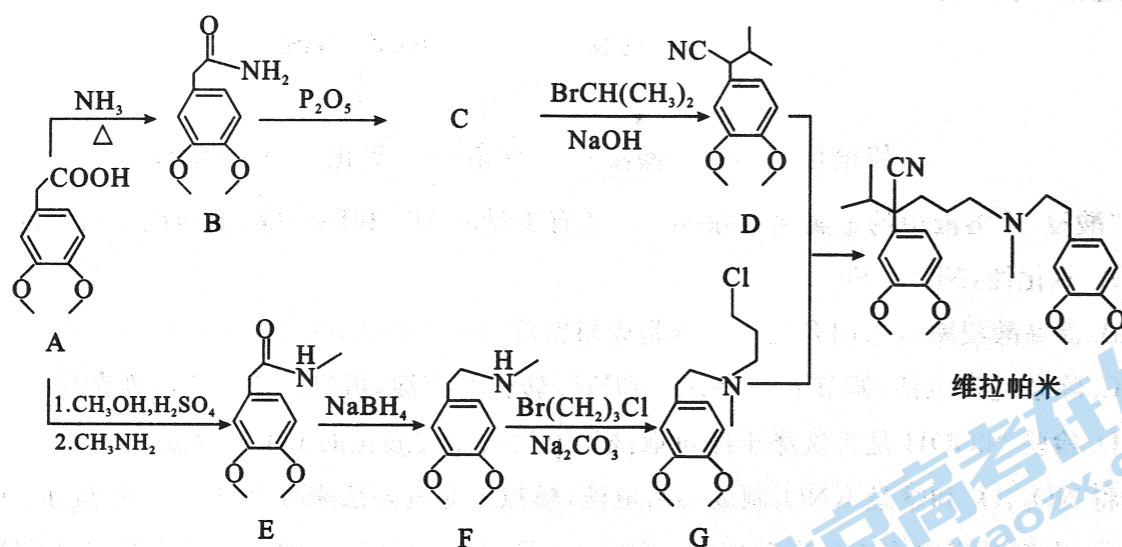
15. 肼(N_2H_4) 又称联氨, 联氨溶于水可以发生与氨类似的电离。常温下, 向 20 mL 0.1 mol/L 其盐酸盐溶液($N_2H_6Cl_2$) 中加入 NaOH 固体(溶液体积变化忽略不计)。体系中各含氮粒子的分布系数(δ_r) 随 pOH 的变化如图所示。下列说法错误的是



- 曲线 b 可表示 $\delta(N_2H_5^+)$ 随 pOH 的变化关系
- pH=7 时, $c(Na^+) = c(N_2H_5^+) + 2c(N_2H_4)$
- 将 0.1 mol/L 100 mL $N_2H_6Cl_2$ 与 0.1 mol/L 100 mL N_2H_4 混合, 所得溶液呈碱性
- 常温下, 反应 $N_2H_6^{2+} + N_2H_4 \rightleftharpoons 2N_2H_5^+$ 的平衡常数为 $10^{3.24}$

二、非选择题:本题共4小题,共55分。

16. (14分) 维拉帕米是一种用于治疗高血压的药物,其人工合成路线如图:



- (1) B物质中官能团的名称为_____。
- (2) E→F的反应类型为_____。
- (3) 已知F→G反应中Na₂CO₃的作用与C→D中NaOH作用相似,则C的结构为_____。C→D的反应还可生成一种副产物K, K的结构为_____。
- (4) F→G中能否将Na₂CO₃溶液换为NaOH溶液,用化学方程式说明原因:_____。

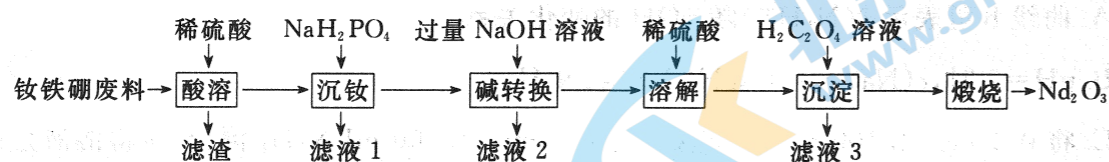
(5) A物质满足下列条件的同分异构体M有_____种。

- ① 1 mol M能和3 mol Na₂CO₃发生反应
- ② 1 mol M能和2 mol 溴水发生取代反应
- ③ M能和NaHCO₃发生反应
- ④ 苯环上最多含3个取代基

(6) 已知:①邻甲氧基苯()和乙酸的熔点分别为38℃和16.6℃,将两者混合后得到的混晶(混合比例为1:1),其熔点比单晶都高;②紫外光下,两个碳碳双键可加成为四元环(环丁烷)的结构。

D在一定条件下可转化为L(),晶体L在紫外光条件下只生成一种加成产物Z,推测Z的结构简式为_____。

17. (14分) 钕铁硼废料中主要成分为Nd、铁、硼、铝等,还有少量的硅酸盐。在实验室中回收钕铁硼废料中的稀土等元素的工艺流程如图所示:

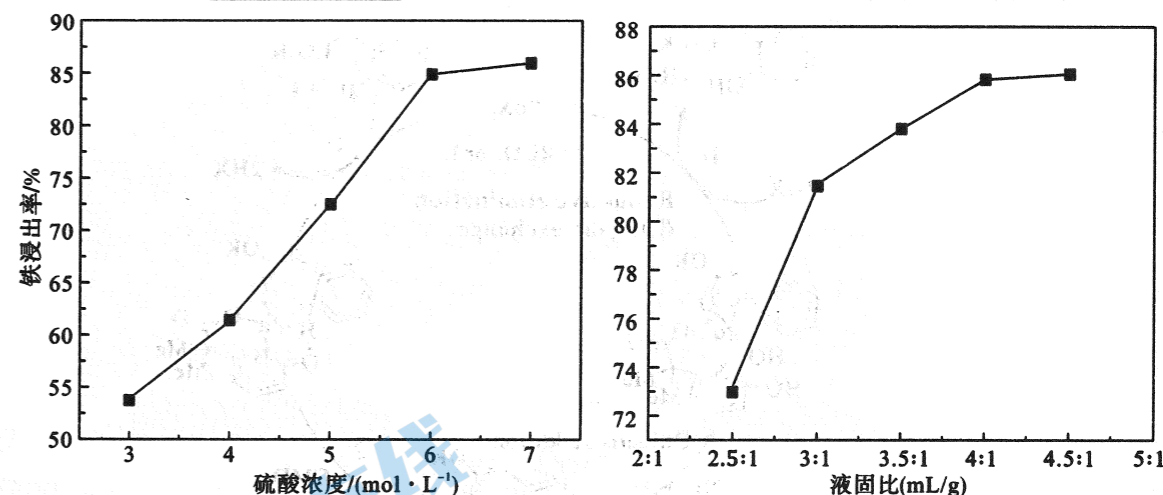


已知:①硼在非氧化性酸中难溶,Nd的主要化合价为+3,Nd(H₂PO₄)₃难溶于水和稀酸。

②该工艺条件下,金属离子[c₀(Mⁿ⁺)=0.1 mol·L⁻¹]形成氢氧化物沉淀的pH范围如下:

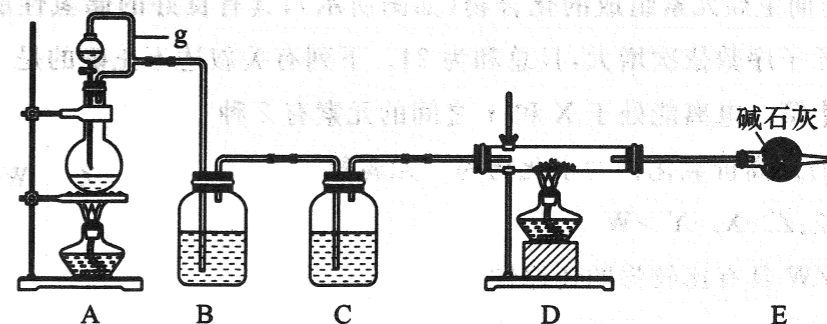
金属离子	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺
开始沉淀时 pH	6.3	1.5	3.4
完全沉淀时 pH (离子浓度:10 ⁻⁵ mol·L ⁻¹)	8.3	2.8	4.7

- (1) Nd为60号元素,Nd的简化核外电子排布式为_____。
- (2) “滤渣”的主要成分是_____ (填化学式)。“煅烧”过程在_____ (填仪器名称)中进行。
- (3) 已知“滤液1”中含较多的Fe²⁺,某同学研究了硫酸浓度和液固比(即硫酸用量和钕铁硼)对铁浸出率的影响,结果如下图所示。该工艺的最佳硫酸浓度为_____,最佳液固比为_____。



- (4) 已知“沉钕”前的酸性溶液中Fe²⁺的浓度为1.0 mol·L⁻¹,且铝元素全部存在滤液2中,则“沉钕”时调节pH范围为_____。“碱转化”过程发生的离子方程式为_____。
- (5) 某同学针对钕铁硼废料中金属离子浸出成本高、污染大的问题,采用电化学阳极氧化技术直接浸出钕铁硼废料中的钕和铁元素,以_____为阳极,电解质为Na₂SO₄溶液。研究表明Na₂SO₄溶液不需要外加酸即可达到分离钕和铁元素的目的,原因是_____。

18. (14分) AgCl是一种难溶于水的沉淀,某同学欲制备AgCl,并采用离子交换法测定AgCl的溶度积常数。离子交换树脂是指含有能与其他物质进行离子交换的活性基团的高分子化合物,本实验采用阳离子交换树脂与溶液中的银离子进行交换,原理为RH+Ag⁺→AgR+H⁺。步骤1.利用如图装置以Ag和干燥的Cl₂为原料制备AgCl



(1)装置 A 中的圆底烧瓶中发生反应的离子方程式为_____，
g 管的作用是_____。

(2)装置 C 中盛装的试剂名称为_____，装置 E 中碱石灰的作用为_____。

步骤 2. AgCl 饱和溶液的配制

将得到的 AgCl 固体溶于煮沸的蒸馏水中，充分搅动并放置过夜，使其溶解，达到沉淀溶解平衡。

步骤 3. 装柱

将阳离子交换树脂随蒸馏水一起注入离子交换柱中，用硝酸通过树脂，然后用蒸馏水淋洗树脂。

步骤 4. 交换和洗涤

取 100 mL AgCl 饱和溶液，分几次转移到离子交换柱中，使用锥形瓶盛接流出液。待饱和溶液略高于树脂时，用蒸馏水淋洗树脂，洗涤液一并放入锥形瓶中。得到 200 mL 流出液。

步骤 5. 滴定

将锥形瓶中的流出液，用 $c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的标准 NaOH 溶液滴定，用溴化百里酚蓝作指示剂，溶液由黄色转化为鲜明的蓝色时，达到滴定终点，消耗标准 NaOH 溶液 $V \text{ mL}$ 。

(3)步骤 3 和步骤 4 中都需要淋洗树脂，可用_____试纸来判断是否淋洗结束的标志。

(4)根据数据得出的溶度积常数为_____。查阅资料发现实验得到的溶度积常数比文献值大，原因可能是_____ (填字母)。

a. 交换和洗涤过程中，流出液有部分损失

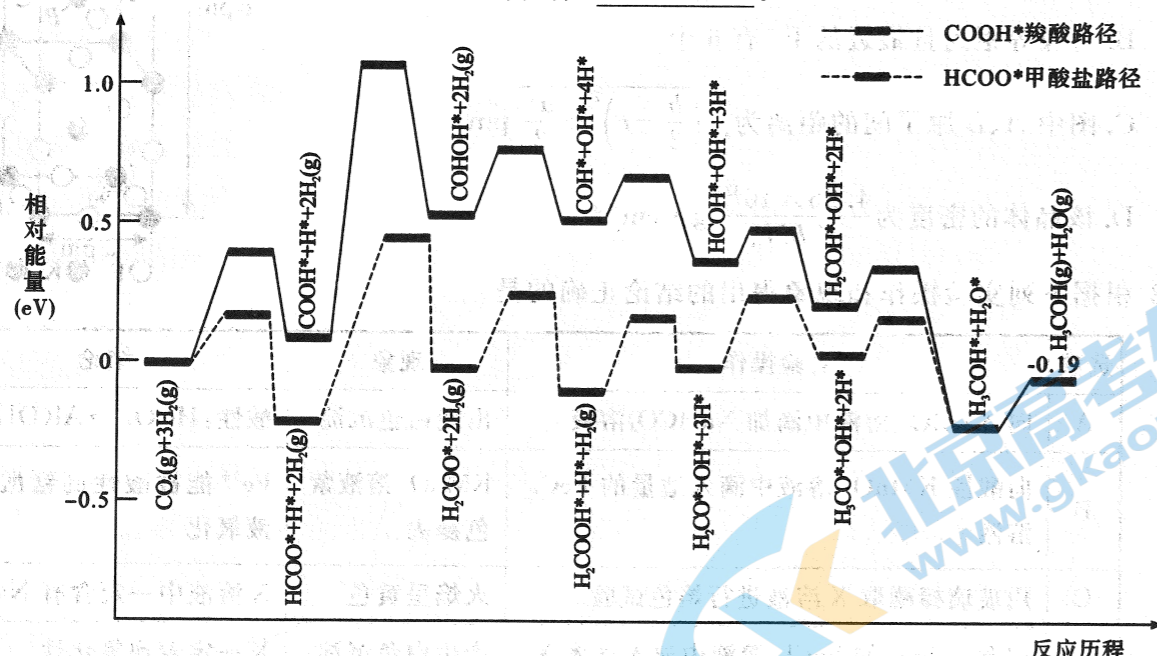
b. 装柱过程中，硝酸的用量少

c. 盛装 NaOH 标准液的碱式滴定管没有润洗

d. 配制 NaOH 标准液时，未冷却就转移至容量瓶中

19. (13 分) H_2 和 CH_3OH 都是重要的能源物质， CO_2 催化加氢合成甲醇是一种有效利用氢气且减少温室气体 CO_2 排放的方法。

(1)通过计算机分析，我们可从势能图认识 CO_2 加氢制甲醇在不同催化条件下存在的两种反应路径，如图所示，下列说法正确的是_____。



二氧化碳加氢制甲醇反应在不同载体的铜基催化剂催化作用下的反应历程

①甲酸盐路径的决速步是 $\text{HCOO}^* + \text{H}^* \rightleftharpoons \text{H}_2\text{COO}^*$

②不考虑 H_3COH^* ，两种路径中产生的含碳中间体种类均有 5 种

③该反应的活化能 $E_a(\text{正}) < E_a(\text{逆})$

④催化剂相同，使用不同的载体也可改变反应历程

(2) CO_2 催化加氢合成甲醇的过程中会发生副反应。

副反应 I: $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_1 = +41.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

副反应 II: $2 \text{CO}_2(\text{g}) + 6 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OCH}_3(\text{g}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_2 = -122.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

主反应为 $\text{CO}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_3 = -49.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

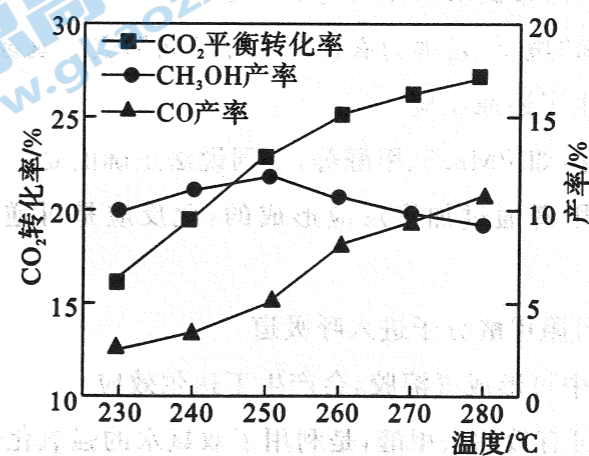
CH_3OH 的选择性 = $\frac{\text{CH}_3\text{OH 的物质的量}}{\text{反应的 CO}_2 \text{ 的物质的量}} \times 100\%$

CO_2 的转化率 = $\frac{n(\text{CO}_2)_{\text{初始}} - n(\text{CO}_2)_{\text{平衡}}}{n(\text{CO}_2)_{\text{初始}}} \times 100\%$

①一定条件下，在固定容积的容器中通入 1 mol CO_2 和 3 mol H_2 发生上述反应，初始压强为 p ，达到平衡时，容器中 CH_3OH 的物质的量为 $a \text{ mol}$ ， CH_3OCH_3 物质的量为 $b \text{ mol}$ ， H_2 的转化率为 α ，则 CH_3OH 的选择性为_____。

主反应的平衡常数 K_p 为_____ (用平衡分压代替平衡浓度，分压 = 总压 \times 物质的量分数)。

②控制 CO_2 和 H_2 初始投料比为 1 : 3 时，温度对 CO_2 平衡转化率及甲醇和 CO 的产率的影响如图所示，则在 $250 \text{ }^\circ\text{C}$ 以上，升高温度 CO_2 的转化率增大，但甲醇的产率降低，原因是_____。为增大 CH_3OH 的产率，可采用的方法是_____ (填一项即可)。



(3)在一定条件下，选择合适的催化剂只进行反应 $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ，控制 CO_2 和 H_2 初始投料比为 1 : 1 时，在不同温度下 T_1 、 T_2 、 T_3 ，达到平衡后， CO_2 的转化率分别为 50%、60%、75%，已知反应速率 $v = v_{\text{正}} - v_{\text{逆}} = k_{\text{正}} x(\text{CO}_2) x(\text{H}_2) - k_{\text{逆}} x(\text{CO}) x(\text{H}_2\text{O})$ ， $k_{\text{正}}$ 、 $k_{\text{逆}}$ 分别为正、逆向反应速率常数， x 为物质的量分数。 $k_{\text{正}} - k_{\text{逆}}$ 最大的是温度_____ (填“ T_1 ”“ T_2 ”或“ T_3 ”，右同)， $v_{\text{逆}}$ 最大的是_____。

2023 年普通高中学业水平选择性考试压轴卷(T8 联盟)

化学试题(一) 参考答案及多维细目表

题号	1	2	3	4	5	6	7	8
选项	A	D	B	B	B	D	B	A
题号	9	10	11	12	13	14	15	
选项	A	C	C	A	A	C	C	

1.【答案】A

【解析】燃煤脱硫只能减少 SO_2 的排放,不能减少 CO_2 的排放,A 错误;煤的干馏是煤隔绝空气加强热使之分解的过程,属于化学变化,石油裂解是将长链烃分解成短链烃的过程,也属于化学变化,海带提碘是将海带中的碘离子转化为碘单质的过程,涉及化学变化,B 正确;棉布衣物主要成分为纤维素,其中所含有的羟基可与水分子间形成氢键,C 正确; CO_2 合成淀粉碳元素化合价降低,发生了还原反应,D 正确。

2.【答案】D

【解析】酚醛树脂是苯酚和甲醛通过缩聚反应形成的,此反应是可逆反应,家具可缓慢释放甲醛,A 错误;在室内戴医用口罩可阻止新冠病毒,但甲醛是小分子,比口罩孔径小,可通过口罩,B 错误;PM2.5 是直径 2.5 μm 以下的可吸入颗粒物,胶体粒子直径为 1~100 nm,所以 PM2.5 不成胶体,C 错误;在室内喷洒双氧水可有效除去甲醛,利用了双氧水的强氧化性,D 正确。

3.【答案】B

【解析】抗坏血酸分子中含有多个羟基等可与水形成氢键,故其可溶于水,A 正确;抗坏血酸中的羟基发生消去反应条件不能是 NaOH 醇溶液,B 错误;根据所给键线式可知抗坏血酸的分子式为 $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$,C 正确;抗坏血酸分子中存在 2 个手性碳原子,D 正确。

4.【答案】B

【解析】陶瓷茶杯主要成分为硅酸盐,A 正确;去除茶中的茶渣的操作为过滤,B 错误;蛋黄的主要成分为蛋白质,在加热时发生了蛋白质的变性,C 正确;铁器生锈主要是因为发生了吸氧腐蚀,D 正确。

5.【答案】B

【解析】 CaCl_2 与 CO_2 不反应,A 错误; $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液与过量 NaOH 溶液反应生成氢氧化镁沉淀、碳酸钠和水,B 正确;因 SO_2 气体少量,所以产物中应有未反应的 ClO^- ,会与 H^+ 结合生成 HClO ,C 错误; $\text{H}_2^{18}\text{O}_2$ 中的 ^{18}O 被氧化为 $^{18}\text{O}_2$,D 错误。

6.【答案】D

【解析】根据酸碱电子理论,在 $\text{CuCl}_2 + 4\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2\text{Cl}^-$ 中 Cu^{2+} 接受电子对,属于酸,A 正确; N_2H_4 中的两个 N 原子均含有孤电子对,可提供 2 对电子,属于二元碱,B 正确;配合物是由一方提供电子对,另一方提供空轨道接受电子对,故可看做酸和碱的反应,C 正确; Cu^{2+} 结合电子能力强于 Mg^{2+} ,更易与氨形成配离子,稳定性更强,D 错误。

7.【答案】B

【解析】根据晶胞结构可知该晶体中 F^- 个数为 $\frac{1}{4} \times 16 + \frac{1}{2} \times 4 + 2 = 8$, K^+ 个数为 $\frac{1}{8} \times 8 + 2 = 4$,Ni 的个数为 $\frac{1}{8} \times 8 + 1 = 2$,根据正负化合价代数和为 0,可知 Ni 应为 +2 价,A 正确;晶胞中 a 与 c 不相等,因此与镍等距离且最近的 F^- 不是 6 个,B 错误;图中 A 位于棱边 $\frac{2}{3}$ 处,B 原子位于中心,二者之间的距离为 $\sqrt{\left(\frac{b}{2} - c\right)^2 + \frac{a^2}{2}}$ pm,C 正确;该晶胞的化学式为 $\text{K}_4\text{Ni}_2\text{F}_8$,晶胞质量为 $426/N_A$ g,晶胞体积为 $a^2b \times 10^{-30}$ cm^3 ,因此该晶体的密度为 $\frac{4.26 \times 10^{32}}{a^2 b N_A}$ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$,D 正确。

8.【答案】A

【解析】向 NaAlO_2 溶液中滴加 NaHCO_3 溶液出现白色沉淀,根据强酸制弱酸原理,可知酸性 $\text{HCO}_3^- > \text{Al}(\text{OH})_3$,A 正确; Cl^- 也可被酸性高锰酸钾溶液氧化,B 错误;玻璃的成分中也含有 Na 元素,C 错误;X 如果为碱性气体如 NH_3 也可

使溶液产生白色沉淀,D 错误。

9.【答案】A

【解析】在 HCl 气体中加热氯化铁晶体可以抑制其水解,A 正确;NO 极易与空气中氧气反应生成红棕色二氧化氮,应用排水法收集,B 错误;向二氧化锰固体中加入双氧水应使用分液漏斗,C 错误;右侧导管不可伸入液面以下,防止倒吸,D 错误。

10.【答案】C

【解析】Pd 由 Pd^{II} 变为 Pd^{IV} 的同时,H₂O₂ 降价,作为氧化剂,A 正确;Pd 由 Pd^{II} 变为 Pd^{IV} 的同时,H₂O₂ 断键为 O—O,存在非极性键的断裂,B 正确;机理中所涉及物质 N 原子杂化方式为 sp²、sp³,C 错误;PdX₂ 在反应物苯乙酸前参与反应,后生成,为催化剂,D 正确。

11.【答案】C

【解析】金属镁表面易形成较致密氧化膜,不需要保存在石蜡油中,A 错误;单质 Li 和冷水可以反应生成 LiOH 和氢气,B 错误;单质 Li 可与 N₂ 反应生成 Li₃N,C 正确;Li 的焰色为紫红色,与 Mg 不同,D 错误。

12.【答案】A

【解析】根据所给结构式及原子序数总和 24 可推知 W、X、Y、Z 四种元素分别为:H、B、N、Na,同周期中第一电离能处于 B 和 N 之间的元素有 Be、C、O 三种,A 错误;元素 X 的最高价氧化物的水化物为 H₃BO₃,在水中电离方程式为 H₃BO₃+H₂O \rightleftharpoons B(OH)₄⁻+H⁺,属于一元弱酸,B 正确;原子半径 Na>B>N>H,C 正确;化合物 NaH 中 H 为 -1 价,易失电子,具有较强的还原性,D 正确。

13.【答案】A

【解析】由题意“酸浸”后溶液中的金属离子除 Ni²⁺ 外还有少量的 Al³⁺ 和 Fe²⁺ 等,因此会发生反应 Ni+2Fe³⁺ \rightleftharpoons Ni²⁺+2Fe²⁺,故氧化性 Fe³⁺>Ni²⁺,A 错误;升高温度或将废料粉碎,均可使反应速率增大,提高酸浸率,B 正确;除杂过程需要将 Al³⁺ 和 Fe²⁺ 转化为沉淀,再过滤除去,C 正确;洗涤 NiOOH 主要是将附着在上面的 SO₄²⁻、K⁺ 等除去,故可以在洗涤液加入盐酸酸化的 BaCl₂ 溶液检验 NiOOH 是否洗涤干净,D 正确。

14.【答案】C

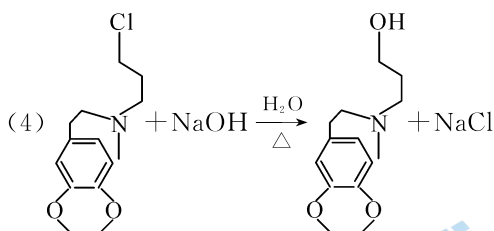
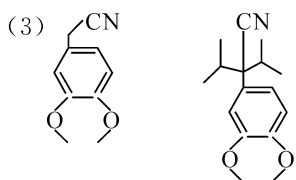
【解析】由题给示意图可知甲电池工作时,通 NO₂ 的一极为燃料电池的负极,电极反应式为 NO₂+NO₃⁻-e⁻ \rightleftharpoons N₂O₅,故 Y 是 N₂O₅,A 正确;Fe(I) 电极为电解池阳极,故电极反应式为 Fe-2e⁻ \rightleftharpoons Fe²⁺,B 正确;Fe(II) 为阴极,改为 Cu 不会影响电解产物,C 错误;若石墨 I 消耗 46 g NO₂,则外电路中转移 1 mol e⁻,Fe(I) 发生反应 Fe-2e⁻ \rightleftharpoons Fe²⁺,生成 0.5 mol Fe²⁺,根据反应 Cr₂O₇²⁻+6Fe²⁺+14H⁺ \rightleftharpoons 2Cr³⁺+6Fe³⁺+7H₂O,0.5 mol Fe²⁺ 被氧化需消耗 Cr₂O₇²⁻ 的物质的量为 n(Cr₂O₇²⁻)= $\frac{1}{6}$ ×0.5 mol=0.083 mol,D 正确。

15.【答案】C

【解析】根据图示,pOH 较小时溶液碱性强,浓度降低的曲线 a 为 δ(N₂H₄),随着 pOH 增加,酸性增强,N₂H₄ 浓度减小,N₂H₅⁺ 浓度逐渐增大,故曲线 b 为 δ(N₂H₅⁺),曲线 c 为 δ(N₂H₆²⁺),A 正确;pH=7 时,溶液呈中性,溶液中存在电荷守恒:c(Na⁺)+c(H⁺)+c(N₂H₅⁺)+2c(N₂H₆²⁺)=c(Cl⁻)+c(OH⁻),初始溶液中溶质为 N₂H₆Cl₂,由此可得物料守恒:c(Cl⁻)=2c(N₂H₅⁺)+2c(N₂H₆²⁺)+2c(N₂H₄),两式相加并结合溶液呈中性时 c(H⁺)=c(OH⁻) 可得 c(Na⁺)=c(N₂H₅⁺)+2c(N₂H₄),B 正确;根据图示,曲线 a、b 的交点 c(N₂H₅⁺)=c(N₂H₄),b、c 的交点 c(N₂H₅⁺)=c(N₂H₆²⁺),故 N₂H₄ 的电离常数 K_{b1} \rightleftharpoons $\frac{c(N_2H_5^+) \cdot c(OH^-)}{c(N_2H_4)}$ =c(OH⁻)=10^{-6.06},K_{b2} \rightleftharpoons $\frac{c(N_2H_6^{2+}) \cdot c(OH^-)}{c(N_2H_5^+)}$ =c(OH⁻)=10^{-9.30},将 0.1 mol/L 100 mL N₂H₆Cl₂ 与 0.1 mol/L 100 mL N₂H₄ 混合生成 N₂H₅Cl,由其水解平衡常数 K_h \rightleftharpoons $\frac{K_w}{K_{b1}} = \frac{10^{-14}}{10^{-6.06}} = 10^{-7.94} > K_{b2} = 10^{-9.30}$,溶液呈酸性,C 错误;N₂H₆²⁺+N₂H₄ \rightleftharpoons 2N₂H₅⁺ 的平衡常数 K \rightleftharpoons $\frac{c^2(N_2H_5^+)}{c(N_2H_6^{2+})c(N_2H_4)}$ \rightleftharpoons $\frac{c(N_2H_5^+)}{c(N_2H_6^{2+}) \cdot c(OH^-)} \cdot \frac{c(N_2H_5^+) \cdot c(OH^-)}{c(N_2H_4)} = \frac{K_{b1}}{K_{b2}} = \frac{10^{-6.06}}{10^{-9.30}} = 10^{3.24}$,D 正确。

16. (每空 2 分,共 14 分)

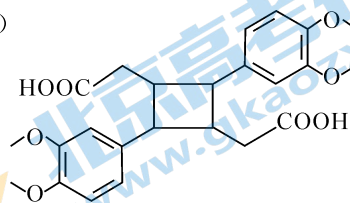
【答案】(1)醚键、酰胺基
(2)还原反应



(写 $\text{Br}(\text{CH}_2)_3\text{Cl}$ 和 NaOH 反应也可以)

(5) 10

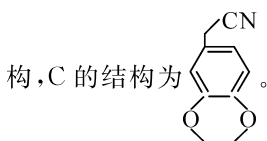
(6)



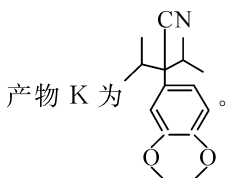
【解析】(1) 根据 B 的结构简式可知 B 中含有的官能团为醚键和酰胺基。

(2) 根据 E、F 的结构可知 $\text{E} \rightarrow \text{F}$ 为去氧加氢的反应，反应类型为还原反应。

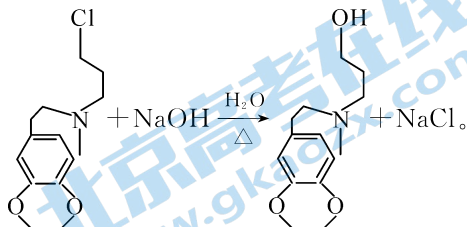
(3) 根据 $\text{F} \rightarrow \text{G}$ 反应中官能团的变化及 D 的结构，C 的结构为



根据 $\text{C} \rightarrow \text{D}$ 的反应变化可知，还可生成的一种副



(4) $\text{F} \rightarrow \text{G}$ 中不可将 Na_2CO_3 溶液换为 NaOH 溶液，在强碱性条件下，生成物 G 中的氯原子可能会发生水解反应，反应方程式为



(5) 根据条件判断 A 的同分异构体 M 含羧基、2 个酚羟基，1 mol M 能和 2 mol 溴水发生取代反应说明 2 个酚羟基必须为间位，则另一个含羧基的取代基可有 2 种位置，还剩 3 个碳原子，可看做丙烷被苯基和羧基取代，有 5 种可能，综

所述为 $2 \times 5 = 10$ 种。

(6) 熔点比单晶高，说明醋酸分子和邻甲氧基苯的作用力强，所以生成对位的更有利。

17. (除注明外，每空 2 分，共 14 分)

【答案】(1) $[\text{Xe}]4f^46s^2$

(2) B、 H_2SiO_3 坩埚 (1 分)

(3) 6 mol/L (1 分) 4 : 1 (1 分)

(4) $4.7 \leq \text{pH} < 5.8$ $\text{Nd}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3 + 9\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Nd}(\text{OH})_3 + 3\text{PO}_4^{3-} + 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O} + \text{AlO}_2^-$

(5) 钕铁硼废料 (1 分) Nd 比铁活泼，阳极发生电极反应 $\text{Nd} - 3e^- \rightleftharpoons \text{Nd}^{3+}$ ，若外加酸，则会发生反应 $\text{Fe} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ ，Fe 和 Nd 不能分离

【解析】根据流程图可知钕铁硼废料中的 Nd、铁、硼、铝、硅酸盐在酸性条件下酸溶得到 Nd^{3+} 、 Fe^{3+} 、 Al^{3+} ，B 不溶进入滤渣，硅酸盐变成难溶的硅酸进入滤渣 1，沉钕过程将 Nd^{3+} 转化为难溶于水的 $\text{Nd}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3$ ，碱转化则将 $\text{Nd}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3$ 转化为 $\text{Nd}(\text{OH})_3$ ，同时铝元素转化为 AlO_2^- ，再加稀硫酸将 $\text{Nd}(\text{OH})_3$ 转化为可溶的 Nd^{3+} ，用草酸沉淀，最后煅烧得到 Nd。

(1) 根据构造原理，60 号 Nd 元素的简化核外电子排布式为 $[\text{Xe}]4f^46s^2$ 。

(2) 根据分析可知滤渣的成分主要为 B、 H_2SiO_3 。在实验室中“煅烧”过程在坩埚中进行。

(3) 根据所给图示可知最佳工艺的硫酸浓度为 6 mol/L，液固比为 4 : 1。

(4) 由题给数据可知 $K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_2] = 0.1 \times (10^{6.3-14})^2$ ，因此含 Fe^{2+} 的浓度为 1.0 mol/L 的溶液使 Fe^{2+} 完全沉淀的氢氧根离子浓度为

$$c(\text{OH}^-) = \sqrt{\frac{0.1 \times (10^{6.3-14})^2}{1.0}} = 10^{-8.2}$$

，则 $\text{pH} = 5.8$ ，结合需要将铝元素全部存在滤液 2 中，即需要将铝元素全部转化为氢氧化铝沉淀，则

“沉钕”时调节 pH 范围为 $4.7 \leq \text{pH} < 5.8$ 。“碱转化”过程将 $\text{Nd}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3$ 转化为 $\text{Nd}(\text{OH})_3$ ，同时铝元素转化为 AlO_2^- ，发生的离子方程式为 $\text{Nd}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3 + 9\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Nd}(\text{OH})_3 + 3\text{PO}_4^{3-} + 6\text{H}_2\text{O}$ ， $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O} + \text{AlO}_2^-$ 。

(5) 采用电化学阳极氧化技术直接浸出钕铁硼废料中的钕和铁元素，则以钕铁硼废料为阳极进行电解。因为 Nd 比铁活泼，阳极发生电极反应 $\text{Nd} - 3e^- \rightleftharpoons \text{Nd}^{3+}$ ，若外加酸，则会发生反应 $\text{Fe} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ ，Fe 和 Nd 不能分离。

18. (每空 2 分, 共 14 分)

【答案】(1) $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 平衡压强, 保证分液漏斗中的液体顺利滴下

(2) 浓硫酸 吸收未参加反应的氯气, 防止空气中的水蒸气进入装置中

(3) pH

(4) $c^2V^2 \times 10^{-4} (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})^2$ c

【解析】(1) 装置 A 采用固液加热法制备氯气, 发生反应的离子方程式为 $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$; 分液漏斗上连接的 g 管主要是用来平衡压强, 保证分液漏斗中的液体顺利滴下;

(2) 用浓盐酸制备出的氯气中含有 HCl、水蒸气等杂质, 需用饱和食盐水、浓硫酸除去, 则 C 中为浓硫酸, 装置 E 中的碱石灰主要是用来吸收未参加反应的氯气防止污染空气, 同时也可防止空气中的水蒸气进入装置 D 中。

(3) 步骤 3 装柱和步骤 4 交换和洗涤中都需要淋洗树脂, 根据离子交换原理可知, 有 H^+ 产生, 故可用 pH 试纸来判断是否淋洗结束的标志。

(4) 根据 NaOH 溶液的用量可知流出液 $n(\text{H}^+) = c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times V \times 10^{-3} \text{ L} = cV \times 10^{-3} \text{ mol}$, 则所取 100 mL AgCl 饱和溶液中 $c(\text{Cl}^-) = c(\text{Ag}^+) = cV \times 10^{-3} \text{ mol} \div 0.1 \text{ L} = cV \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = c(\text{Cl}^-) \times c(\text{Ag}^+) = (cV \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1})^2 = c^2V^2 \times 10^{-4} (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})^2$ 。a 交换和洗涤过程中, 流出液有部分损失, 会导致测出的离子浓度偏小, K_{sp} 偏小; b 装柱过程中, 硝酸的使用量少, 会使交换不充分, 最终测定值偏小; c 盛装 NaOH 标准液的碱式滴定管没有润洗, 导致标准液浓度偏小, 则标准液体积偏大, 最终结果偏大; d 配制 NaOH 标准液时, 未冷却就转移至容量瓶中, 导致所配溶液浓度偏大, 则滴定时需要的标准液体积偏小, 最终测定结果偏小。因此实验得到的溶度积常数比文献值大, 原因可能是 c。

19. (除注明外, 每空 2 分, 共 13 分)

【答案】(1) ①②③④

(2) ① $\frac{a}{3\alpha - 2a - 4b} \times 100\%$

$\frac{16(3\alpha - 2a - 3b)a}{(1 + 2a + 4b - 3\alpha)(3 - 3\alpha)^3 p^2}$

② 250 °C 以上, 温度升高, 反应 I 的平衡逆向移动, 反应 II 的平衡正向移动, 但温度对反应 II 的

平衡影响更大 增大压强; 不改变投料比, 增大反应物浓度 (答对一点即可)

(3) $T_3 > T_2 > T_1$ (1 分)

【解析】(1) 根据所给反应历程图可知 ①②③④ 均正确。

(2) ① 当生成甲醇 $a \text{ mol}$ 时, 主反应消耗 $a \text{ mol}$ CO_2 和 $3a \text{ mol}$ H_2 , 当生成甲醚 $b \text{ mol}$ 时, 副反应 II 消耗 $2b \text{ mol}$ CO_2 和 $6b \text{ mol}$ H_2 , 此时氢气转化率为 α , 共消耗 $3\alpha \text{ mol}$ H_2 , 则副反应 I 消耗氢气 $(3\alpha - 3a - 6b) \text{ mol}$, 消耗 CO_2 $(3\alpha - 3a - 6b) \text{ mol}$, 此时共消耗 $\text{CO}_2 = \text{CO}_2(\text{I}) + \text{CO}_2(\text{II}) + \text{CO}_2(\text{主反应}) = 3\alpha - 3a - 6b + 2b + a = 3\alpha - 2a - 4b$, 甲醇的选择性为 $\frac{a}{3\alpha - 2a - 4b} \times 100\%$,

平衡时 $n(\text{CO}_2) = 1 - n(\text{CO}_2)_{\text{消耗}} = (1 + 2a + 4b - 3\alpha) \text{ mol}$, $n(\text{H}_2) = (3 - 3\alpha) \text{ mol}$,

$n(\text{CO}) = n[\text{CO}_2(\text{I})] = (3\alpha - 3a - 6b) \text{ mol}$,

$n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{I}) + n(\text{II}) + n(\text{主反应}) = n(\text{CO}) + 3n(\text{CH}_3\text{OCH}_3) + n(\text{CH}_3\text{OH}) = (3\alpha - 3a - 6b + a + 3b) \text{ mol} = (3\alpha - 2a - 3b) \text{ mol}$,

$n_{\text{总}} = n(\text{CO}_2) + n(\text{H}_2) + n(\text{CO}) + n(\text{H}_2\text{O}) + n(\text{CH}_3\text{OCH}_3) + n(\text{CH}_3\text{OH}) = (4 - 2a - 4b) \text{ mol}$ (也可根据差值法或原子守恒求解),

根据 $pV = nRT$, 此时 $\frac{p_{\text{平衡总压}}}{p} = \frac{4 - 4b - 2a}{4}$,

$p_{\text{平衡总压}} = (4 - 4b - 2a)p/4$,

所以 $K_p = \frac{p(\text{CH}_3\text{OH})p(\text{H}_2\text{O})}{p(\text{CO}_2)p(\text{H}_2)}$

$$= \frac{[p_{\text{平衡总压}} \times \frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n_{\text{总}}}] [p_{\text{平衡总压}} \times \frac{n(\text{CH}_3\text{OH})}{n_{\text{总}}}]}{[p_{\text{平衡总压}} \times \frac{n(\text{CO}_2)}{n_{\text{总}}}] [p_{\text{平衡总压}} \times \frac{n(\text{H}_2)}{n_{\text{总}}}]^3} = \frac{16(3\alpha - 2a - 3b)a}{(1 + 2a + 4b - 3\alpha)(3 - 3\alpha)^3 p^2}$$

② 250 °C 以上, 温度升高, 反应 I 的平衡逆向移动, 反应 II 的平衡正向移动, 但此时温度对反应 II 的平衡影响更大, 则在 250 °C 以上, 升高温度 CO_2 的转化率增大, 但甲醇的产率降低。为增大 CH_3OH 的产率, 可采用的方法是增大压强、不改变投料比, 增大反应物浓度。

(3) 温度升高, CO_2 转化率增大, 在不同温度下 T_1 、 T_2 、 T_3 , 达到平衡后, CO_2 的转化率分别为 50%、60%、75%, 则说明 $T_1 < T_2 < T_3$, $k_{\text{正}}$ 、 $k_{\text{逆}}$ 分别为正、逆向反应速率常数, 温度升高, $v_{\text{正}}$ 、 $v_{\text{逆}}$ 均增大, 平衡正向移动, $k_{\text{正}} - k_{\text{逆}}$ 差值增大, 故 $k_{\text{正}} - k_{\text{逆}}$ 最大的是温度 T_3 , $v_{\text{逆}}$ 最大的是 T_3 。

多维细目表

题号	题型	分值	必备知识	学科素养					关键能力			预估难度		
				宏观 辨识与 微观探 析	实验 探究与 创新意 识	变化 观念与 平衡思 想	证据 推理与 模型认 知	科学 精神与 社会责 任	学习 理解	应用 实践	迁移 创新	易	中	难
1	选择题	3	化学与 STSE	√				√	√	√		√		
2	选择题	3	物质的性质与用途	√		√	√	√	√		√	√		
3	选择题	3	有机物的结构与性质	√		√	√	√	√		√	√		
4	选择题	3	无机物性质与用途	√	√	√		√	√	√	√		√	
5	选择题	3	离子方程式正误判断	√	√	√			√				√	
6	选择题	3	配合物	√		√	√		√		√		√	
7	选择题	3	晶体结构	√					√				√	
8	选择题	3	实验设计与评价	√			√		√	√			√	
9	选择题	3	基本实验操作	√		√	√		√		√		√	
10	选择题	3	化学反应历程	√			√		√	√			√	
11	选择题	3	物质性质与应用	√		√	√		√		√		√	
12	选择题	3	元素周期律	√			√		√				√	
13	选择题	3	微型化工流程	√	√	√	√		√	√	√		√	
14	选择题	3	电化学	√		√	√		√	√	√		√	
15	选择题	3	水溶液中离子平衡与图像	√		√	√		√	√	√			√
16	非选择题	14	有机推断与合成,限制条件的同分异构体	√		√	√	√	√	√	√	√		
17	非选择题	14	无机化工流程,工艺条件以及氧化还原反应	√	√	√	√		√	√	√			√
18	非选择题	14	物质制备综合实验以及定量测定	√		√	√	√	√	√	√			√
19	非选择题	13	化学反应原理	√		√	√	√	√	√	√			√