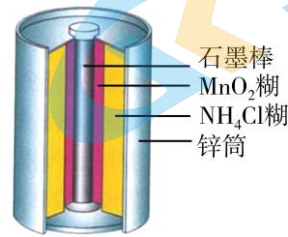


2023 北京牛栏山一中高二 3 月月考

化 学

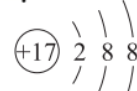
一、选择题(每题只有一个正确选项, 每小题 2 分, 共 42 分)

1. 下列装置或过程能实现化学能转化为电能的是

			
A. 航天器太阳能电池阵	B. 风力发电	C. 普通锌锰电池	D. 天然气燃烧

A. A B. B C. C D. D

2. 下列化学用语书写不正确的是

A. Cl⁻的结构示意图: 

B. NaCl 的电子式: $\text{Na}^+ [\text{Cl}]^-$

C. 基态铜原子(²⁹Cu)的价层电子排布式: $3d^9 4s^2$

D. 基态氧原子的轨道表示式: 

3. 下列对生产生活中事实的解释不正确的是

选项	事实	解释
A	合成氨选择铁触媒做催化剂	铁触媒能提高反应的活化能
B	用醋酸能除去水垢中的 CaCO_3	醋酸的酸性强于碳酸
C	用 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 净化天然水	Al^{3+} 和天然水中 HCO_3^- 的水解相互促进, 生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 胶体, 吸附水中悬浮物, 加速其沉降
D	用 BaSO_4 作内服造影剂	胃液中的 H^+ 对 BaSO_4 的沉淀溶解平衡基本没有影响, Ba^{2+} 可以保持在安全浓度范围内

A. A

B. B

C. C

D. D

4. 下列物质的除杂或检验方法与化学平衡移动原理无关的是

A. 除去 Cl_2 中的 HCl ：用饱和食盐水洗气

B. 除去 CO_2 中的 SO_2 ：用酸性 KMnO_4 溶液洗气

C. 除去 SO_2 中的 H_2SO_4 蒸气：用饱和 NaHSO_3 溶液洗气

D. 检验 NH_4^+ ：取少量待测液于试管中，加入浓 NaOH 溶液，加热，将湿润的红色石蕊试纸放在试管口

5. 下列说法正确的是

A. $2p$ 、 $3p$ 、 $4p$ 能级的轨道数依次增多

B. 所有非金属元素都分布在 p 区

C. 最外层电子数为 2 的元素都分布在 s 区

D. 元素周期表中从第 IIIB 族到第 IIB 族的 10 个纵列的元素都是金属元素

6. 下列所述的粒子(均为 36 号以前的元素)，按半径由大到小的顺序排列正确的是

①基态 X 原子的结构示意图为 $\text{(+9)} \begin{array}{c} \diagup \diagdown \\ 2 \quad 7 \end{array}$

②基态 Y^- 的价电子排布式为 $3s^2 3p^6$

③基态 Z^{2-} 的轨道表示式为 $\begin{array}{ccccc} 1s & 2s & 2p & 3s & 3p \\ \boxed{\uparrow\downarrow} & \boxed{\uparrow\downarrow} & \boxed{\uparrow\downarrow}\boxed{\uparrow\downarrow}\boxed{\uparrow\downarrow} & \boxed{\uparrow\downarrow} & \boxed{\uparrow\downarrow}\boxed{\uparrow\downarrow}\boxed{\uparrow\downarrow} \end{array}$

④基态 E^+ 的最高能级的电子对数等于其最高能层的电子层数

A. $②>③>①$

B. $④>③>②$

C. $③>②>④$

D. $④>②>③$

7. 下列事实能用勒夏特列原理解释的是

A. 配制 FeCl_3 溶液，常将 FeCl_3 晶体溶于较浓的盐酸中

B. 把食品存放在冰箱里可延长保质期

C. 合成氨工业中使用铁触媒作催化剂

D. 用牺牲阳极法保护船舶的外壳

8. 下列元素或化合物的性质变化顺序不正确的是

A. 共价键的极性： $\text{HF} > \text{HCl} > \text{HBr} > \text{HI}$

B. 元素的第一电离能： $\text{Cl} > \text{S} > \text{P} > \text{Si}$

C. 卤素单质的熔点： $\text{I}_2 > \text{Br}_2 > \text{Cl}_2 > \text{F}_2$

D. 羧酸的酸性： $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} < \text{CH}_3\text{COOH} < \text{HCOOH}$

9. 下列关于 σ 键和 π 键的理解不正确的是

A. 含有 σ 键的分子在进行化学反应时，分子中的 π 键比 σ 键活泼

B. 在有些分子中，共价键可能只含有 π 键而没有 σ 键

C. 有些原子在与其他原子形成分子时只能形成 σ 键，不能形成 π 键

D. 当原子形成分子时, 首先形成 σ 键, 可能形成 π 键

10. 下列离子方程式书写正确的是

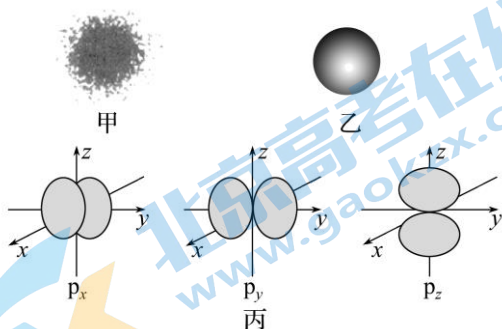
A. 用 FeCl_3 溶液蚀刻铜制电路板: $\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$

B. 向 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中滴入少量氨水: $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$

C. 向 ZnS 沉淀中滴加 CuSO_4 溶液: $\text{ZnS}(\text{s}) + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) = \text{CuS}(\text{s}) + \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$

D. 依据酸性 HF 强于 HClO , 可以发生反应: $\text{HClO} + \text{F}^- = \text{ClO}^- + \text{HF}$

11. 如图甲是氢原子的 $1s$ 电子云图(即概率密度分布图), 图乙、丙分别表示 s 、 p 能级的电子云轮廓图。下列有关说法正确的是



A. 电子云图(即概率密度分布图)就是原子轨道图

B. $3p^2$ 表示 $3p$ 能级中有两个原子轨道

C. 由图乙可知, s 能级的电子云轮廓图呈圆形, 有无数条对称轴

D. 由图丙可知, p 能级的原子轨道图呈哑铃形, 且有 3 个伸展方向

12. 下列实验中, 对现象的解释不正确的是

选项	A	B	C	D
装置及操作	装有 NO_2 的密闭注射器 向右轻轻推动活塞压缩体积	3滴 $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ KSCN 溶液 $1\text{mL } 0.01\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ FeCl_3 溶液 + $1\text{mL } 0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ KSCN 溶液	接电导率仪 蒸馏水 分别测定 20°C 和 80°C 蒸馏水的电导率	接电导率仪 1g CaCO_3 粉末 蒸馏水
现象	气体红棕色先变深再变浅	溶液血红色加深	80°C 蒸馏水的电导率大于 20°C 的	加入 CaCO_3 粉末后电导率增大
解释	压强增大,	增大反应物浓度,	温度升高, 水的电离平衡	CaCO_3 在水中存在

释	$2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ 平衡先逆向移动, 再正向移动	$\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$ 平衡正向移动	正向移动	$\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$
---	---	--	------	--

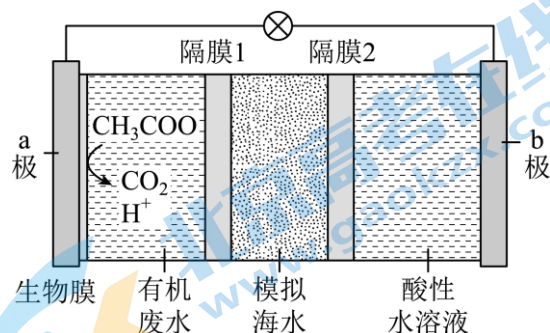
A. A

B. B

C. C

D. D

13. 微生物脱盐电池是一种高效、经济的能源装置。利用微生物处理有机废水, 可获得电能, 同时实现海水淡化。现以 NaCl 溶液模拟海水, 采用惰性电极, 用下图装置处理有机废水(以含 CH_3COO^- 的溶液为例)。下列说法不正确的是



A. a 极电极反应为 $\text{CH}_3\text{COO}^- + 2\text{H}_2\text{O} - 8\text{e}^- = 2\text{CO}_2 \uparrow + 7\text{H}^+$

B. b 极为正极

C. 隔膜 1 为阴离子交换膜, 隔膜 2 为阳离子交换膜

D. 当电路中转移 2mol 电子时, 模拟海水理论上除盐 58.5g

14. 短周期主族元素 X、Y、Z、R 的原子序数依次增大, X 是地壳中含量最高的元素, Z 在 X 中燃烧火焰呈黄色, R 基态原子 p 能级有一对成对电子。下列说法正确的是

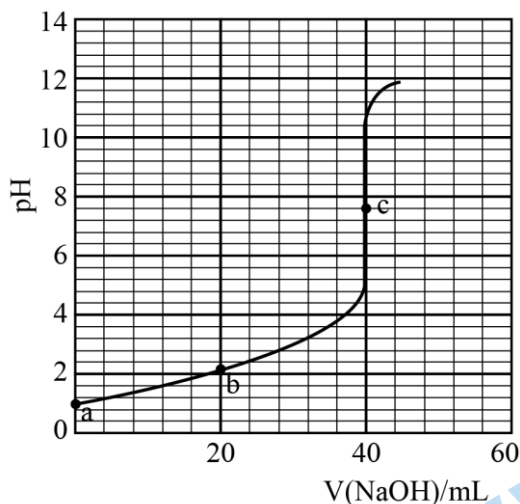
A. 原子半径: $\text{Z} > \text{R} > \text{X} > \text{Y}$

B. 气态氢化物的稳定性: $\text{X} > \text{Y} > \text{R}$

C. X 与 Z 组成的化合物肯定含有共价键

D. X 与 R 组成的化合物 VSEPR 模型一定和 CH_4 的一样

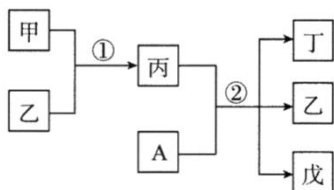
15. 室温时, 取 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HCl}$ 和 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HA}$ (一元酸, $K_a = 1 \times 10^{-3}$) 混合溶液 20mL , 用 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$ 溶液滴定, 滴定曲线如图所示。下列说法不正确的是



- A. a 点时, 溶液中 $c(\text{Cl}^-) > c(\text{HA})$
- B. b 点时, $c(\text{Na}^+) = c(\text{Cl}^-) = c(\text{HA}) + c(\text{A}^-)$
- C. c 点时, $c(\text{A}^-) = 0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- D. a $\rightarrow$ c 过程中, 水的电离程度逐渐增大

16. 短周期元素 a、b、c、d 的原子序数依次增大, 在下列转化关系中, 甲、乙、丙、丁、戊为上述四种元素组成的二元或三元化合物。其中 A 为 d 元素组成的单质, 常温下乙为液体, 丁物质常用于消毒、漂白。

下列说法错误的是



- A. 简单离子半径: $c > b$
- B. 丙中既有离子键又有极性键
- C. b、c 形成的化合物中阴、阳离子数目比为 1:2
- D. a、b、d 形成的化合物中, d 的杂化方式是 sp^3

17. 一定温度下, 在两个容积均为 2L 的恒容密闭容器中加入一定量的反应物, 发生反应



容器编号	温度/ $^{\circ}\text{C}$	起始物质的量/mol		平衡物质的量/mol
		$\text{NO}(\text{g})$	$\text{CO}(\text{g})$	$\text{CO}_2(\text{g})$
I	t_1	0.4	0.4	0.2
II	t_2	0.4	0.4	0.24

下列说法不正确的是

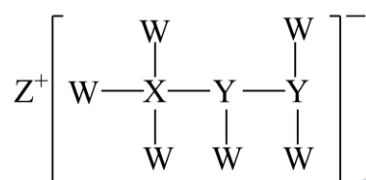
A. $t_1 > t_2$

B. I中反应达到平衡时, NO 的转化率为 50%

C. II中反应平衡常数 $K > 5$

D. $t_1^\circ\text{C}$ 、2L 的容器中, 若四种气体的物质的量均为 0.4mol, 则 $v(\text{正}) > v(\text{逆})$

18. 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。下列有关叙述错误的是



A. 该化合物中, W、X、Y 之间均为共价键

B. Z 的单质既能与水反应, 也可与甲醇反应

C. Y 的最高化合价氧化物的水化物为强酸

D. X 的氟化物 XF_3 中原子均为 8 电子稳定结构

19. 设 X、Y、Z 代表元素周期表中前 4 周期的三种元素, 已知 X^+ 和 Y^- 具有相同的电子层结构; Z 元素的原子核内质子数比 Y 元素的原子核内质子数少 9; Y 和 Z 两种元素可形成含 4 个原子核、42 个电子的负一价阴离子。下列说法不正确的是

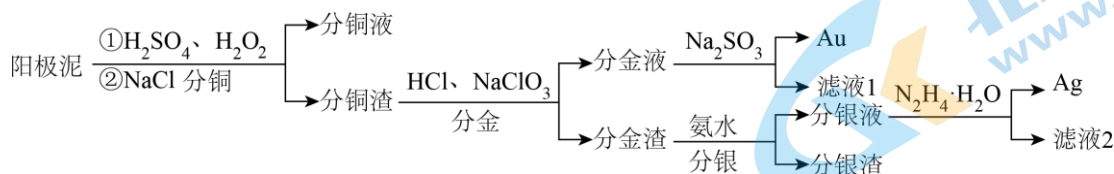
A. 元素 Z 的气态氢化物分子中含有 10 个电子

B. 元素 Y 的气态氢化物分子中含有 18 个电子

C. 元素 Z 与元素 X 形成的化合物 X_2Z 中离子都达到稳定结构

D. 元素 Y、Z 组成的化合物属于离子化合物

20. 精炼铜工业中阳极泥的综合利用具有重要意义。从阳极泥中回收多种金属的流程如下。



已知: 分金液中含 $[\text{AuCl}_4]^-$; 分金渣的主要成分为 AgCl ; $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 在反应中被氧化为 N_2 。

下列说法不正确的是

A. “分铜”时加入 NaCl 的目的是降低银的浸出率

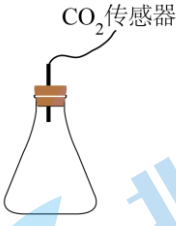
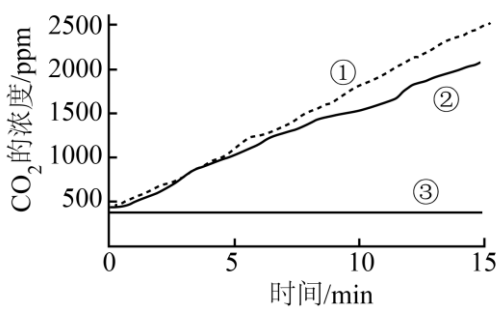
B. 得到分金液的反应为: $2\text{Au} + \text{ClO}_3^- + 7\text{Cl}^- + 6\text{H}^+ = 2[\text{AuCl}_4]^- + 3\text{H}_2\text{O}$

C. 得到分银液的反应为: $\text{AgCl} + 2\text{NH}_3 = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$

D. “滤液 2”中含有大量的氨, 可直接循环利用

21. 某实验小组研究经打磨的镁条与 $1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaHCO}_3$ 溶液($\text{pH} \approx 8.4$)的反应。室温时, 用 CO_2 传感器检测生

成的气体，并测定反应后溶液的 pH。实验如表：

实验装置	编号	锥形瓶中的试剂	实验现象	锥形瓶内 CO ₂ 的浓度变化
	①	6.0g 1mol·L ⁻¹ NaHCO ₃ 溶液	有极微量气泡生成，15min 后测得溶液的 pH 无明显变化	
	②	6.0g 1mol·L ⁻¹ NaHCO ₃ 溶液和 0.1g 镁条	持续产生大量气泡(净化后可点燃)，溶液中有白色浑浊生成。 15min 后测得溶液的 pH 上升至 9.0	
	③	6.0g H ₂ O(滴有酚酞溶液)和 0.1g 镁条	镁条表面有微量气泡，一段时间后，镁条表面微红	

下列说法不正确的是

- A. 由①可知，室温时，NaHCO₃ 在溶液中可分解产生 CO₂
- B. 由①②可知，②中产生的大量气体中可能含有 H₂
- C. ②中的反应比③中的剧烈，是因为 NaHCO₃ 溶液中 c(H⁺) 更大
- D. 由②③可知，HCO₃⁻ 的作用可能是破坏了覆盖在镁条表面的镁与 H₂O 反应生成的 Mg(OH)₂

二、填空题(共 58 分)

22. NO_x 是汽车尾气中的主要污染物，在汽车尾气系统中装配催化转化器，可有效降低 NO_x 的排放。

(1) 当尾气中空气不足时，NO_x (以 NO 为主) 在催化转化器中被 CO 还原成 N₂ 排出。

①基态碳原子中，电子占据最高能级的电子云轮廓图的形状是_____

②氧的基态原子的轨道表示式为_____

③C、N、O 电负性由大到小顺序为_____

(2) 当尾气中空气过量时，催化转化器中的金属氧化物吸收 NO_x 生成盐。其吸收能力顺序如下：



已知：镁、钙、锶、钡的部分电离能数据如下表所示。

元素		Mg	Ca	Sr	Ba
电离能/(kJ·mol ⁻¹)	I ₁	738	589.7	549	502.9
	I ₂	1451	1145	1064	965.2
	I ₃	7733	4910	a	3600

①推测 Sr 的第三电离能 a 的范围：_____

②MgO、CaO、SrO、BaO 对 NO_x 的吸收能力增强，从原子结构角度解释原因：Mg、Ca、Sr、Ba 为同主族元素，_____，元素的金属性逐渐增强，金属氧化物对 NO_x 的吸收能力逐渐增强。

(3) 研究 TiO₂ 作为 SCR 脱硝催化剂的性能时发现：在 TiO₂ 上适当掺杂不同的金属氧化物如 V₂O₅、MnO_x、Fe₂O₃、NiO、CuO 等有利于提高催化脱硝性能。

①基态 V 原子的核外价层电子排布式为_____

②若继续寻找使 TiO₂ 催化性能更好的掺杂金属氧化物，可以在元素周期表_____区寻找恰当元素

A. s B. p C. d D. ds

23. 油气开采、石油化工、煤化工等行业的废气中均含有硫化氢，需要将其回收处理并加以利用。

I. 高温热分解法：2H₂S(g) ⇌ S₂(g) + 2H₂(g) ΔH = +170 kJ·mol⁻¹

(1) 该反应的化学平衡常数表达式为_____。

(2) 升高温度，该反应的化学平衡常数_____ (填“变大”“变小”或“不变”)。

(3) 工业上，通常在等温、等压条件下将 H₂S 与 Ar 的混合气体通入反应器，发生 H₂S 热分解反应，达到平衡状态后，若继续向反应器中通入 Ar，H₂S 的平衡转化率会_____ (填“增大”“减小”或“不变”)，利用平衡常数与浓度商的关系说明理由：_____。

II. 克劳斯法：2H₂S(g) + O₂(g) ⇌ S₂(g) + 2H₂O(g)

已知：2H₂S(g) + 3O₂(g) = 2SO₂(g) + 2H₂O(g) ΔH₁ = -1036 kJ·mol⁻¹

4H₂S(g) + 2SO₂(g) = 3S₂(g) + 4H₂O(g) ΔH₂ = +94 kJ·mol⁻¹

(4) 用克劳斯法处理 H₂S，若生成 1 mol S₂(g)，放出热量_____ kJ。

(5) 用克劳斯法处理 H₂S 时，研究人员对反应条件对 S₂ 产率的影响进行了如下研究。

①其他条件相同时，相同时间内，S₂ 产率随温度的变化如图 1 所示。由图 1 可见，随着温度升高，S₂ 产率先增大后减小，原因是_____。

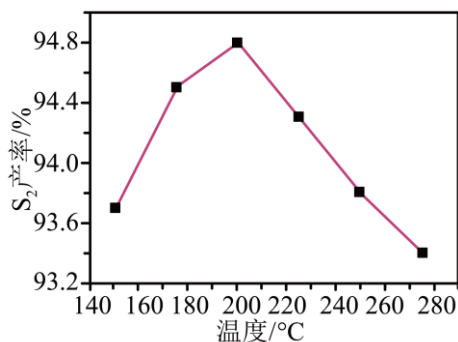


图1

②其他条件相同时，相同时间内，S₂产率随 $\frac{n(\text{O}_2)}{n(\text{H}_2\text{S})}$ 值的变化如图2所示。 $\frac{n(\text{O}_2)}{n(\text{H}_2\text{S})}$ 值过高不利于提高

S₂产率，可能的原因是_____。

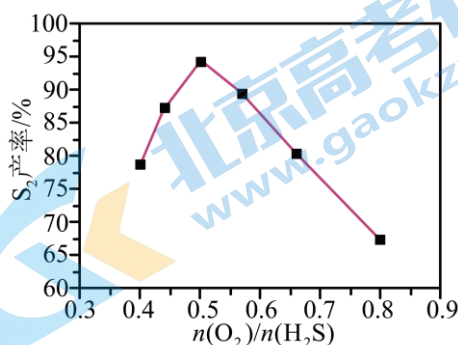
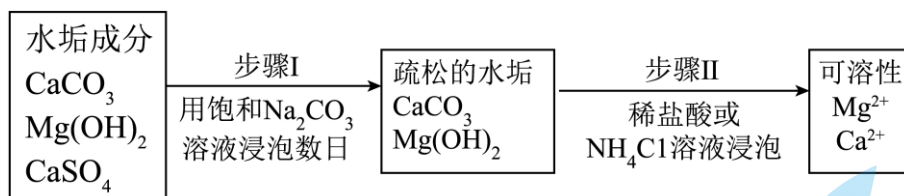


图2

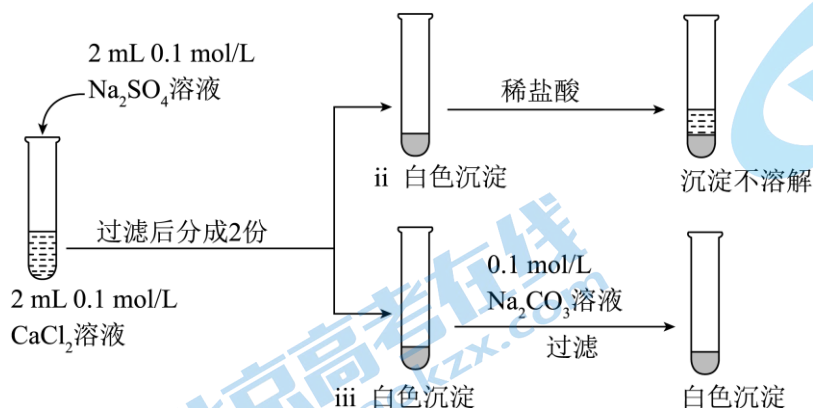
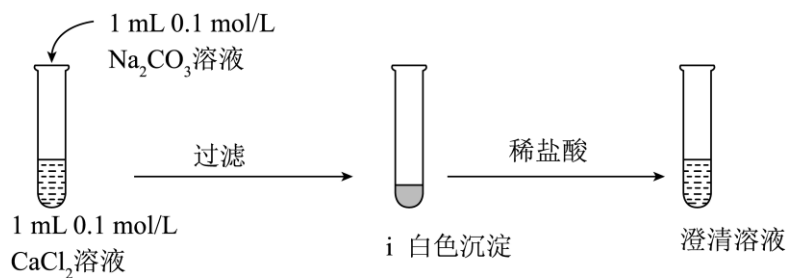
24. 锅炉水垢严重影响锅炉使用寿命。水垢的主要成分是 CaCO_3 、 CaSO_4 和 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 。某工业除水垢的过程如下图所示：



已知：25°C， $K_{\text{sp}}(\text{CaSO}_4) = 4.9 \times 10^{-5}$ ， $K_{\text{sp}}(\text{CaCO}_3) = 3.4 \times 10^{-9}$ 。

回答下列问题：

- (1) 用化学用语表示 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 在水中的沉淀溶解平衡_____。
- (2) 用离子方程式表示步骤II中 NH_4Cl 溶解 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的原理_____。
- (3) 为探究步骤I中用饱和 Na_2CO_3 溶液浸泡的目的，某小组设计如下实验方案：



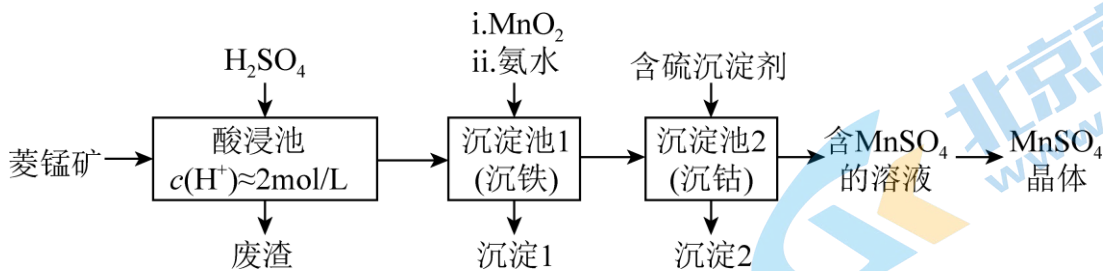
①用离子反应方程式表示 i 中加入稀盐酸发生的反应_____。

②对比 i、ii 白色沉淀和稀盐酸反应的现象，得出的结论是_____。

③ii 中加入过量 0.1 mol/L Na_2CO_3 溶液， CaSO_4 能否全部转化为 CaCO_3 ，结合计算说明_____ (当溶液中剩余的离子浓度小于 $1 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 时，化学上通常认为生成沉淀的反应就进行完全了)。

(4) 结合上述实验证据，解释步骤I中用 Na_2CO_3 溶液浸泡的目的_____。

25. MnSO_4 是一种重要的化工产品。以菱锰矿(主要成分为 MnCO_3 ，还含有 Fe_3O_4 、 FeO 、 CoO 等)为原料制备 MnSO_4 的工艺流程如图。



资料：金属离子沉淀的 pH

金属离子	Fe^{3+}	Fe^{2+}	Co^{2+}	Mn^{2+}
开始沉淀	1.5	6.3	7.4	7.6
完全沉淀	2.8	8.3	9.4	10.2

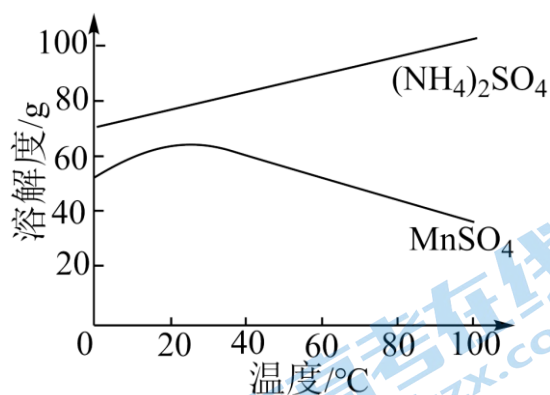
(1) 酸浸后所得溶液的金属阳离子包括 Mn^{2+} 、 Co^{2+} 、_____。

(2) 沉淀池 1 中，先加 MnO_2 充分反应后再加氨水。写出加 MnO_2 时发生反应的离子方程式：

_____。

(3)沉淀池 2 中，不能用 NaOH 代替含硫沉淀剂，原因是_____。

(4)图为 MnSO_4 和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的溶解度曲线。从“含 MnSO_4 的溶液”中提取“ MnSO_4 晶体”的操作为_____，洗涤干燥。



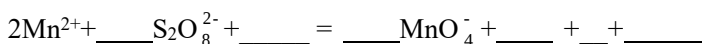
(5)受实际条件限制，“酸浸池”所得的废渣中还含有锰元素，其含量测定方法如下。

i.称取 $a\text{ g}$ 废渣，加酸将锰元素全部溶出成 Mn^{2+} ，过滤，将滤液定容于 100mL 容量瓶中；

ii.取 25.00 mL 溶液于锥形瓶中，加入少量催化剂和过量 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 溶液，加热、充分反应后，煮沸溶液使过量的 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 分解。

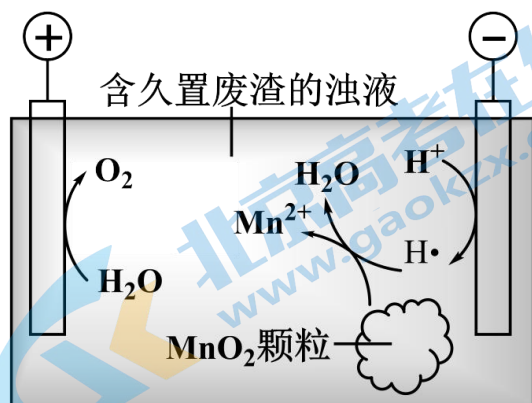
iii.加入指示剂，用 $b\text{ mol/L}$ $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液滴定。滴定至终点时消耗 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液的体积为 $c\text{ mL}$ ， MnO_4^- 重新变成 Mn^{2+} 。

①补全步骤ii中反应的离子方程式：_____。



②废渣中锰元素的质量分数为_____。

(6)废渣长期露置于空气，其中的锰元素逐渐转化为 MnO_2 。研究者用下图装置提取 MnO_2 中的锰元素。图中“ $\text{H}\cdot$ ”代表氢自由基。实验测得电解时间相同时，随外加电流的增大，溶液中的 $c(\text{Mn}^{2+})$ 先增大后减小，减小的原因可能是_____ (写出两条)。



26. 某小组探究含 Cr 元素的化合物间的转化，进行如下实验。

资料:

i.含 Cr 元素的常见粒子: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (橙色)、 CrO_4^{2-} (黄色)、 CrO_5 (溶于水, 蓝紫色, 不稳定)、 Cr^{3+} (绿色)、 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ (蓝灰色, 难溶于水, 可溶于强酸、强碱)、 $\text{Cr}(\text{OH})_4^-$ (亮绿色)。

ii. H_2O_2 在碱性环境中比在酸性环境中分解速率快。

iii.在碱性环境中, O_2 不能氧化+3 价铬元素。

实验操作及现象如表:

装置	步骤	操作	现象
 $2\text{mL } 0.0125\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液	I	先滴入稀硫酸至 $\text{pH}\approx 2$, 再滴入 5 滴 $5\%\text{H}_2\text{O}_2$ 溶液, 振荡	溶液橙色加深。滴入 H_2O_2 溶液后迅速变为蓝紫色, 有气泡生成。稍后, 无明显气泡时, 溶液由蓝紫色完全变为绿色
	II	继续缓慢滴入 10 滴 $2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$ 溶液, 边滴, 边振荡	又有气泡生成, 溶液最终变为黄色

(1) 已知 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (橙色) + $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-}$ (黄色) + 2H^+ 。请用化学平衡移动原理解释 I 中滴入稀硫酸后溶液橙色加深的原因: _____。

(2) I 中, 溶液由橙色变为绿色的总反应的离子方程式是_____。

(3) II 中, 继续滴入 NaOH 溶液后, 又有气泡生成的原因是_____。

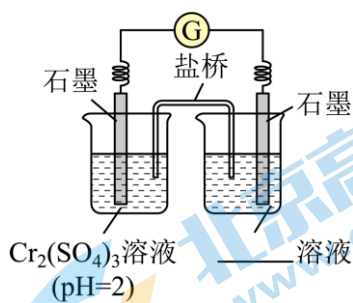
(4) II 中, 继续滴入 NaOH 溶液后, 预测有 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 沉淀生成, 但实验时未观察到。

提出假设: 在碱性环境中, +3 价铬元素被 H_2O_2 氧化。

①甲同学设计实验证明假设成立:

取少量 I 中的绿色溶液, 在滴入 NaOH 溶液前增加一步操作: _____。然后滴入 NaOH 溶液, 有蓝灰色沉淀生成, 继续滴入 NaOH 溶液, 沉淀溶解, 溶液变为_____色。

②乙同学进一步研究碱性环境对+3 价铬元素的还原性或 H_2O_2 的氧化性的影响, 设计如图实验。



右侧烧杯的溶液中, 氧化剂是_____。

开始时灵敏电流计指针不偏转, 分别继续进行如下实验。

i.向左侧烧杯中滴入 NaOH 溶液, 出现蓝灰色沉淀, 继续缓慢滴入 NaOH 溶液, 灵敏电流计指针向右偏转

(电子从左向右运动), 此时左侧的电极反应式为_____。

ii. 向右侧烧杯中滴入 NaOH 溶液, 有微小气泡生成, 灵敏电流计指针向左偏转, 左侧无明显变化。此时原电池中的总反应的化学方程式为_____。

(5) 由上述实验, $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 与 H_2O_2 、 CrO_4^{2-} 与 H_2O_2 的氧化性强弱(填“>”或“<”):

酸性条件下, $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ _____ H_2O_2 ; 碱性条件下, CrO_4^{2-} _____ H_2O_2 。

参考答案

一、选择题(每题只有一个正确选项, 每小题 2 分, 共 42 分)

1. 【答案】C

【解析】

【详解】A. 太阳能电池是将太阳能转化为电能, 选项 A 错误;

B. 风力发电是将风能转化为电能, 选项 B 错误;

C. 普通锌锰电池为原电池, 是将化学能转化为电能, 选项 C 正确;

D. 天然气燃烧是将化学能转化为热能和光能, 选项 D 错误;

答案选 C。

2. 【答案】C

【解析】

【详解】A. Cl 原子是 17 号元素, Cl 核外电子分为三个电子层, 一层 2 个电子, 二层 8 个电子, 三层 8 个电子, 原子结构示意图为 $\begin{array}{c} \text{(+17)} \\ \text{2} \quad \text{8} \quad \text{8} \end{array}$, 故 A 正确;

B. NaCl 为离子化合物, 电子式为: $\text{Na}^+[\text{Cl}]^-$, 故 B 正确;

C. 铜原子($_{29}\text{Cu}$)是 29 号元素, 价层电子排布式为: $3d^{10}4s^1$, 故 C 错误;

D. O 是 8 号元素, 电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^4$, 轨道表示式为 $\begin{array}{ccc} 1s & 2s & 2p \\ \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow \uparrow \end{array}$, 故 D 正确;

故选 C。

3. 【答案】A

【解析】

【详解】A. 催化剂可以降低反应的活化能, 故 A 错误;

B. 醋酸和 CaCO_3 反应能够生成二氧化碳和水, 根据强酸制取弱酸的原理, 醋酸的酸性强于碳酸, 故 B 正确;

C. 天然水中含有 HCO_3^- , Al^{3+} 和天然水中 HCO_3^- 的水解相互促进, 生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 胶体, 吸附水中悬浮物, 加速其沉降, 所以用 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 净化天然水, 故 C 正确;

D. BaSO_4 不溶于盐酸, 胃液中的 H^+ 对 BaSO_4 的沉淀溶解平衡基本没有影响, Ba^{2+} 可以保持在安全浓度范围内, 所以用 BaSO_4 作内服造影剂, 故 D 正确;

故选 A。

4. 【答案】B

【解析】

【详解】A. 氯气与水发生反应: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HClO}$, 饱和食盐水中氯离子浓度较大, 能使平衡逆向移动, 从而抑制氯气的溶解, 故 A 不选;

- B. 用酸性 KMnO_4 溶液吸收二氧化硫，利用的是二氧化硫的强还原性，与平衡移动原理无关，故 B 选；
- C. SO_2 在水中存在： $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HSO}_3^-$ ，饱和 NaHSO_3 溶液能与硫酸反应生成二氧化硫，同时溶液中的 HSO_3^- 浓度较大，能抑制二氧化硫的溶解，与平衡移动原理有关，故 C 不选；
- D. $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ，铵盐中加浓氢氧化钠并加热有利于平衡正向移动生成氨气，故 D 不选；

故选：B。

5. 【答案】D

【解析】

- 【详解】A. 相同能级的原子轨道数目相同，A 错误；
- B. 除氢元素处于 s 区，其它非金属元素都处于 p 区，B 错误；
- C. 第 IIB 族最外层电子数为 2，可能在 ds 区，也可能为 p 区，一定不在 s 区，C 错误；
- D. 元素周期表中 IIIB 族到 IIB 族 10 个纵行的元素，称为过渡元素，全部为金属，D 正确；
- 故选 D。

6. 【答案】C

【解析】

- 【详解】①X 为 F 元素，②Y 为 Cl^- 元素，③Z 为 S^{2-} 元素，④E 为 K^+ 元素，F 原子核外电子层数为 2 层，半径最小，电子层数相同的情况下原子序数越大半径越小，所以 $\text{S}^{2-} > \text{Cl}^- > \text{K}^+ > \text{F}$ ，即③>②>④>①。
- 故答案选 C。

7. 【答案】A

【解析】

- 【详解】A. 将 FeCl_3 晶体溶于较浓的盐酸中，盐酸可以使得铁离子的水解逆向移动，抑制铁离子的水解，用勒夏特列原理解释，A 符合题意；
- B. 把食品存放在冰箱里可延长保质期，是降低温度减小食物腐败速率，不用勒夏特列原理解释，B 不符合题意；
- C. 催化剂加快反应速率，不改变平衡移动，不用勒夏特列原理解释，C 不符合题意；
- D. 用牺牲阳极法保护船舶的外壳，是利用原电池原理使得船舶钢铁做负极被保护，不用勒夏特列原理解释，D 不符合题意；

故选 A。

8. 【答案】B

【解析】

- 【详解】A. 由于 F、Cl、Br、I 的电负性依次减弱，故共价键的极性： $\text{HF} > \text{HCl} > \text{HBr} > \text{HI}$ ，A 正确；
- B. 同一周期随着原子序数变大，第一电离能呈变大趋势，P 的 3p 轨道为半充满稳定状态，第一电离能大于同周期相邻元素，则元素的第一电离能： $\text{Cl} > \text{P} > \text{S} > \text{Si}$ ，B 错误；
- C. 由于 I_2 、 Br_2 、 Cl_2 、 F_2 均为分子晶体，相对分子质量依次减小，分子间作用力依次减小，故卤素单质的

熔点: $I_2 > Br_2 > Cl_2 > F_2$, C 正确;

D. 饱和一元羧酸中, 烷基是推电子基, 烷基越大, 羧基中 H-O 键极性越小, 越难电离, 其酸性越弱, 即酸性: $CH_3CH_2COOH < CH_3COOH < HCOOH$, D 正确;

故选 B。

9. 【答案】B

【解析】

【详解】A. 同一分子中的 π 键不如 σ 键牢固, 反应时比较容易断裂, 故 A 正确;

B. 单键中只含有 σ 键, 而含有 π 键的分子中一定含有 σ 键, 故 B 错误;

C. 氢原子、氯原子等最外层只有一个电子, 跟其他原子形成分子时只能形成 σ 键, 不能形成 π 键, 故 C 正确;

D. 含有 π 键的分子中一定含有 σ 键, 则当原子形成分子时, 首先形成 σ 键, 可能形成 π 键, 故 D 正确;
故选 B。

10. 【答案】C

【解析】

【详解】A. 用 $FeCl_3$ 溶液腐蚀铜电路板, 离子方程式: $2Fe^{3+} + Cu = 2Fe^{2+} + Cu^{2+}$, 故 A 错误;

B. 在氯化铝溶液中滴加少量氨水, 反应生成氢氧化铝沉淀, 反应的离子方程式为:

$Al^{3+} + 3NH_3 \cdot H_2O = Al(OH)_3 \downarrow + 3NH_4^+$, 故 B 错误;

C. 向 ZnS 沉淀上滴加 $CuSO_4$ 溶液, 硫化锌白色沉淀变黑色硫化铜沉淀, 反应的离子方程式为

$ZnS(s) + Cu^{2+}(aq) = CuS(s) + Zn^{2+}(aq)$, 故 C 正确;

D. HF 是弱酸, 在离子方程式中不能拆, 酸性 HF 强于 $HClO$, 根据强酸制取弱酸的原理, $HClO$ 和 F^- 不能反应生成 HF , 故 D 错误;

故选 C。

11. 【答案】D

【解析】

【详解】电子云轮廓图与电子云图不是同一个概念, 而是我们常说的原子轨道图, A 项错误; $3p^2$ 表示 3p 能级中容纳了两个电子, B 项错误; s 能级的电子云轮廓图呈球形而不是圆形, C 项错误; p 能级的原子轨道图呈哑铃形, 有 p_x 、 p_y 、 p_z 三个伸展方向, 并且互相垂直, D 项正确。

12. 【答案】A

【解析】

【详解】A. 压缩体积, 物质浓度变大, 颜色变深; 反应为气体分子数减小的反应, 平衡正向移动, 颜色变浅, 故 A 错误;

B. 滴加更浓的 $KSCN$ 溶液, 增大反应物浓度, $Fe^{3+} + 3SCN^- \rightleftharpoons Fe(SCN)_3$ 平衡正向移动, 溶液颜色加深, 故 B 正确;

C. 溶液或熔融电解质导电的原因是存在自由移动的离子, 温度升高, 水的电离平衡正向移动, 水的导电

能力增强，故 C 正确；

D. CaCO_3 在水中存在 $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$ ，加入碳酸钙使得溶液中离子浓度变大，电导率增大，故 D 正确；

故选 A。

13. 【答案】D

【解析】

【分析】据图可知 a 极上 CH_3COO^- 转化为 CO_2 和 H^+ ，C 元素被氧化，所以 a 极为该原电池的负极，则 b 极为正极。

【详解】A. a 极为负极， CH_3COO^- 失电子被氧化成 CO_2 和 H^+ ，结合电荷守恒可得电极反应式为 $\text{CH}_3\text{COO}^- + 2\text{H}_2\text{O} - 8\text{e}^- = 2\text{CO}_2\uparrow + 7\text{H}^+$ ，故 A 正确；

B. 由以上分析可知 b 极为正极，故 B 正确；

C. 为了实现海水的淡化，模拟海水中的氯离子需要移向负极，即 a 极，则隔膜 1 为阴离子交换膜，钠离子需要移向正极，即 b 极，则隔膜 2 为阳离子交换膜，故 C 正确；

D. 当电路中转移 1mol 电子时，根据电荷守恒可知，海水中会有 1mol Cl^- 移向负极，同时有 1mol Na^+ 移向正极，即除去 1mol NaCl ，质量为 58.5g，则转移 2mol 电子时，模拟海水理论上除盐 117g，故 D 错误；

故选：D。

14. 【答案】A

【解析】

【分析】短周期主族元素 X、Y、Z、R 的原子序数依次增大，X 是地壳中含量最高的元素，则 X 是 O 元素；Z 在 X 中燃烧火焰呈黄色，则 Z 是 Na 元素，Y 是主族元素，原子序数大于 8 小于 11，则 Y 是 9 号元素 F；R 基态原子 p 能级有一对成对电子，则 R 原子核外电子排布式是 $1\text{s}^2 2\text{s}^2 2\text{p}^6 3\text{s}^2 3\text{p}^4$ ，故 R 是 S 元素，然后根据元素周期律及物质的性质分析解答。

【详解】根据上述分析可知 X 是 O，Y 是 F，Z 是 Na，R 是 S 元素。

A. 同一周期元素，原子序数越大，原子半径越小；不同周期元素，原子核外电子层数越多，原子半径越大，则原子半径由大到小的顺序为： $\text{Na} > \text{S} > \text{O} > \text{F}$ ，用序号表示为： $\text{Z} > \text{R} > \text{X} > \text{Y}$ ，A 正确；

B. 元素的非金属性越强，其相应的氢化物的稳定性就越强。元素的非金属性： $\text{F} > \text{O} > \text{S}$ ，所以氢化物的稳定性： $\text{HF} > \text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S}$ ，即 $\text{Y} > \text{X} > \text{R}$ ，B 错误；

C. X 是 O，Z 是 Na，二者形成的化合物可能是 Na_2O 、 Na_2O_2 ， Na_2O 中只含离子键， Na_2O_2 中含有离子键、共价键，可见 X 与 Z 组成的化合物不一定含有共价键，C 错误；

D. X 是 O，R 是 S 元素，二者形成的化合物有 SO_2 、 SO_3 ，前者 SO_2 中 S 原子价层电子对数是 $2 + \frac{6-2 \times 2}{2} = 3$ ，其 VSEPR 模型是平面三角形；而 SO_3 中 S 原子价层电子对数是 $3 + \frac{6-2 \times 3}{2} = 3$ ，其 VSEPR 模型也是平

面三角形；而 CH_4 的中心 C 原子价层电子对数是 $4 + \frac{4-1 \times 4}{2} = 4$ ，其 VSEPR 模型是正四面体形，故 X 与 R 组成的化合物 VSEPR 模型和 CH_4 的不一样，D 错误；

故合理选项是 A。

15. 【答案】C

【解析】

【详解】A. a 点为 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HCl}$ 和 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HA}$ 混合溶液，HCl 是强酸在水溶液中完全电离，HA 是弱酸在水溶液中不能完全电离，则溶液中 $c(\text{Cl}^-) > c(\text{HA})$ ，故 A 正确；

B. b 点加入 $20\text{mL } 0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$ 溶液，反应后的溶液为 NaCl 和 HA 的等物质的量浓度混合溶液，根据物料守恒 $c(\text{Na}^+) = c(\text{Cl}^-) = c(\text{HA}) + c(\text{A}^-)$ ，故 B 正确；

C. c 点加入 $40\text{mL } 0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$ 溶液，反应后的溶液为 NaCl 和 NaA 的等物质的量浓度混合溶液， A^- 发生水解而使浓度降低， $c(\text{A}^-) < 0.05\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，故 C 错误；

D. a→c 过程中，加入的 NaOH 溶液分别和 HCl 和 HA 发生中和反应，水的电离程度逐渐增大，故 D 正确；

故选 C。

16. 【答案】A

【解析】

【分析】短周期元素 a、b、c、d 的原子序数依次增大，常温下乙为液体，应该为 H_2O ，则 a 为 H 元素，A 为 d 元素组成的单质，且与丙反应生成水和常用于消毒、漂白的丁，则丙应为碱，由转化关系可知甲为 Na_2O ，丙为 NaOH，A 为 Cl_2 ，生成丁、戊为 NaCl，NaClO，可知 b 为 O 元素、c 为 Na 元素、d 为 Cl 元素，以此解答该题。

【详解】由以上分析可知 a 为 H 元素、b 为 O 元素、c 为 Na 元素、d 为 Cl 元素，甲为 Na_2O 、乙为 H_2O 、丙为 NaOH、丁为 NaClO、戊为 NaCl；

A. b、c 对应的离子为 O^{2-} 和 Na^+ ，具有相同的核外电子排布，核电荷数越大离子半径越小，则离子半径 $\text{O}^{2-} > \text{Na}^+$ ，即 $b > c$ ，故 A 错误；

B. 丙为 NaOH，由 Na^+ 和 OH^- 组成，则含有离子键和极性共价键，故 B 正确；

C. b 为 O 元素、c 为 Na 元素，两者组成的 Na_2O 和 Na_2O_2 中阴、阳离子数目比均为 1:2，故 C 正确；

D. a、b、d 形成的化合物中，若为 NaClO ，Cl 原子的价电子对为 $1 + \frac{7+1-1 \times 2}{2} = 4$ ，则 Cl 的杂化方式是

sp^3 ；若为 NaClO_2 ，Cl 原子的价电子对为 $2 + \frac{7+1-2 \times 2}{2} = 4$ ，则 Cl 的杂化方式是 sp^3 ；同理若为 NaClO_3 或

NaClO_4 ，Cl 原子杂化方式仍为 sp^3 ，故 D 正确；

故答案为 A。

17. 【答案】D

【解析】

【分析】温度为 t_1 时，根据起始物质的量和平衡时的物质的量可列三段式：

	$2\text{NO}(\text{g})$	$+ 2\text{CO}(\text{g})$	$\rightleftharpoons$	$\text{N}_2(\text{g})$	$+ 2\text{CO}_2(\text{g})$
起始(mol)	0.4	0.4		0	0
变化(mol)	0.2	0.2		0.1	0.2
平衡(mol)	0.2	0.2		0.1	0.2

【详解】A. 该反应的正反应是放热反应，温度升高，平衡逆向移动， CO_2 的物质的量减小，所以温度 $t_1 > t_2$ ，故 A 正确；

B. 由以上分析可知，I 中反应达到平衡时，NO 的转化率为 $\frac{0.2\text{mol}}{0.4\text{mol}} \times 100\% = 50\%$ ，故 B 正确；

C. 由以上分析可知，I 中反应达到平衡时，各物质的物质的量浓度分别为 NO: 0.1mol/L, CO :

0.1mol/L, N_2 : 0.05mol/L, CO_2 : 0.1mol/L, 则 t_1 温度下反应的平衡常数 $K = \frac{0.05 \times 0.1^2}{0.1^2 \times 0.1^2} = 5$, II 的温度比 I

低，则 II 中反应平衡常数 $K > 5$ ，故 C 正确；

D. $t_1^\circ\text{C}$ 、2L 的容器中，若四种气体的物质的量均为 0.4mol，则各物质的物质的量浓度均为 0.2mol/L，

则 $Q = \frac{0.2 \times 0.2^2}{0.2^2 \times 0.2^2} = 5 = K$ ，所以 $v(\text{正}) = v(\text{逆})$ ，故 D 错误；

故选 D。

18. 【答案】D

【解析】

【分析】一种由短周期主族元素形成的化合物，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，根据图示，W 为 1 价形成共价键，W 为氢，Z 为 +1 价阳离子，Z 为 Na，Y 为 3 价，Y 为 N， $24 - 1 - 11 - 7 = 5$ ，X 为 B 元素。

【详解】A. 该化合物中，H、B、N 之间均以共用电子对形成共价键，故 A 正确；

B. Na 单质既能与水反应生成氢氧化钠和氢气，也能与甲醇反应生成甲醇钠和氢气，故 B 正确；

C. N 的最高价氧化物的水化物 HNO_3 为强酸，故 C 正确；

D. B 的氟化物 BF_3 中 B 原子最外层只有 6 个电子，达不到 8 电子稳定结构，故 D 错误；

故选 D。

19. 【答案】D

【解析】

【分析】Y 和 Z 两种元素形成的 4 核负一价阴离子有以下三种情况：(1) Y_2Z_2^- 、(2) YZ_3^- 、(3) Y_3Z^- ，由于该负一价阴离子有 42 个电子，电子数是偶数，可排除情况(1)；

根据情况(2)、(3)讨论、计算，令 Z 的质子数为 n，由 Z 元素原子核内质子数比 Y 原子核内质子数少 9 个知 Y 的质子数为 $n+9$ ；

若情况(2)： $(n+9) + 3n + 1 = 42$ ；解之得： $n=8$ ；则 $n+9=17$ 。所以 Z 为 O 元素，Y 为 Cl 元素；

若情况(3)： $3(n+9) + n + 1 = 42$ ；解之得： $n=3.5$ (不合题意，舍去)。

故 Z 为 O 元素, Y 为 Cl 元素。X⁺和 Y⁻是两种简单的一价离子, 具有相同的电子层结构, X、Y 两元素处于相邻的两周期, 且 X 位于 Y 的下一周期, Y 为 Cl, Cl⁻核外有 18 个电子, 所以 X⁺核外有 18 个电子, 因此, X⁺核内质子数为 18+1=19, 故 X 为 K 元素。

【详解】A. 元素 Z 的气态氢化物是 H₂O, 水分子中含有 10 个电子, 故 A 正确;

B. 元素 Y 的气态氢化物是 HCl, 氯化氢分子中含有 18 个电子, 故 B 正确;

C. 元素 Z 与元素 X 形成的化合物 K₂O 中钾离子和氧离子都达到最外层 8 电子稳定结构, 故 C 正确;

D. 元素 Y 为 O、Z 为 Cl, 电负性相近, 组成的化合物属于共价化合物, 故 D 错误。

故选: D。

20. 【答案】D

【解析】

【分析】阳极泥加入硫酸、过氧化氢和氯化钠使铜溶解, 使氯化银尽量不溶解, 在分铜渣中加入氯化氢和氯酸钠分金, 分金液中加入二氧化硫将金还原成单质金, 分渣金中加入氨水分银, 分银液中加入 N₂H₄·H₂O, 还原银成为银单质, 据此分析。

【详解】A. “分铜”时加入 NaCl, 使氯离子浓度增大, 利用同离子效应, 使氯化银几乎不溶解, 降低银的浸出率, A 正确;

B. 利用 ClO₃⁻ 的氧化性, 同时大量氯离子存在, 可以使金形成配合离子 [AuCl₄]⁻, 反应的离子方程式为: $2\text{Au} + \text{ClO}_3^- + 7\text{Cl}^- + 6\text{H}^+ = 2[\text{AuCl}_4]^- + 3\text{H}_2\text{O}$, B 正确;

C. 氯化银可以溶解在氨水中, 形成 [Ag(NH₃)₂]Cl, 反应的化学方程式为:

$\text{AgCl} + 2\text{NH}_3 = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$, C 正确;

D. 由已知 N₂H₄·H₂O 被 [Ag(NH₃)₂]Cl 氧化成 N₂, 不会生成氨气, 故“滤液 2”中不会含有大量的氨,

D 错误;

故本题选 D。

21. 【答案】C

【解析】

【详解】A. 由①可知, 锥形瓶中的试剂为 6.0g1mol·L⁻¹NaHCO₃ 溶液, 锥形瓶内 CO₂ 的浓度增大, 说明室温时, NaHCO₃ 在溶液中可分解产生 CO₂, 故 A 正确;

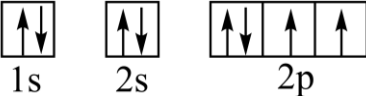
B. ②中产生大量气泡, 该气体净化后可点燃, 说明产生的大量气体中可能含有 H₂, 故 B 正确;

C. NaHCO₃ 溶液呈碱性, 其中 c(H⁺) 小于 H₂O 中的, 故 C 错误;

D. NaHCO₃ 可以和碱性物质反应, 由②③可知, HCO₃⁻ 的作用可能是破坏了覆盖在镁条表面的镁与 H₂O 反应生成的 Mg(OH)₂, 故 D 正确;

故选 C。

二、填空题(共 58 分)

22. 【答案】(1) ①. 哑铃形 ②.  ③. O>N>C

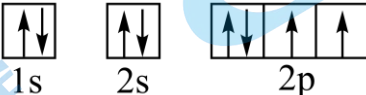
(2) ①. $3600 < a < 4910$ ②. 自上而下原子半径逐渐增大

(3) ①. $3d^3 4s^2$ ②. CD

【解析】

【小问 1 详解】

①基态碳原子中，电子占据最高能级为 2p 能级，电子云轮廓图形状为哑铃形；

②氧为 8 号元素，基态原子的轨道表示式为 。

③同周期元素从左到右元素电负性逐渐增强，则电负性由大到小顺序为 O>N>C。

【小问 2 详解】

①由图表可知，Sr 的第三电离能大于钡的第三电离能，小于钙的第三电离能，Sr 的第三电离能 a 的范围： $3600 < a < 4910$ 。

②从原子结构角度可知，Mg、Ca、Sr、Ba 为同主族元素，自上而下原子半径逐渐增大，元素的金属性逐渐增强，金属氧化物对 NO_x 的吸收能力逐渐增强。

【小问 3 详解】

①V 为 23 号元素，核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$ ，价层电子排布式为 $3d^3 4s^2$ ；

②V、Mn、Fe、Ni、Cu 中大部分元素在 d 区或 ds 区，则若继续寻找使 TiO₂ 催化性能更好的掺杂金属氧化物，应该在元素周期表的 d 区或 ds 区寻找，故答案选 CD。

23. 【答案】(1) $\frac{c^2(H_2)c(S_2)}{c^2(H_2S)}$

(2) 变大 (3) ①. 增大 ②. 达到平衡状态后，若继续向反应器中通入 Ar，容器体积增大，各

反应物和产物浓度减小相同的倍数，此时 $Q_c = \frac{c^2(H_2)c(S_2)}{c^2(H_2S)} < K$ ，平衡正向移动

(4) 314 (5) ①. 该反应是放热反应，反应未达到平衡时，升高温度，S₂ 的生成速率增大，单位时间 S₂ 的生成量增大，转化率增大，当反应达到平衡时，升高温度，平衡逆向移动，S₂ 的转化率减小 ②.

O₂ 浓度过高，H₂S 和 O₂ 会反应生成 SO₂，导致 S₂ 产率减小

【解析】

【小问 1 详解】

反应 $2H_2S(g) \rightleftharpoons S_2(g) + 2H_2(g)$ 的化学平衡常数表达式为 $\frac{c^2(H_2)c(S_2)}{c^2(H_2S)}$ 。

【小问 2 详解】

反应 $2H_2S(g) \rightleftharpoons S_2(g) + 2H_2(g)$ $\Delta H = +170 kJ \cdot mol^{-1} > 0$ ，该反应是吸热反应，升高温度，平衡正

向移动, 该反应的化学平衡常数变大。

【小问 3 详解】

在等温、等压条件下将 H_2S 与 Ar 的混合气体通入反应器, 发生 H_2S 热分解反应, 达到平衡状态后, 若继续向反应器中通入 Ar, 容器体积增大, 各反应物和产物浓度减小相同的倍数, 此时 $Q_c = \frac{c^2(\text{H}_2)c(\text{S}_2)}{c^2(\text{H}_2\text{S})}$

$< K$, 平衡正向移动, H_2S 的平衡转化率会增大。

【小问 4 详解】

已知: ① $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{SO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_1 = -1036 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; ②

$4\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 2\text{SO}_2(\text{g}) = 3\text{S}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_2 = +94 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; 由盖斯定律可知, $\frac{1}{3} \times (\text{①} + \text{②})$ 得

到 $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{S}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = \frac{1}{3} \times (\Delta H_1 + \Delta H_2) = -314 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 若生成 1 mol

$\text{S}_2(\text{g})$, 放出热量 314 kJ 热量。

【小问 5 详解】

①由 (4) 可知, 反应 $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{S}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -314 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} < 0$, 该反应是放热反应, 反应未达到平衡时, 升高温度, S_2 的生成速率增大, 单位时间 S_2 的生成量增大, 转化率增大, 当反应达到平衡时, 升高温度, 平衡逆向移动, S_2 的转化率减小;

② $\frac{n(\text{O}_2)}{n(\text{H}_2\text{S})}$ 值过高不利于提高 S_2 产率, 可能的原因是 O_2 浓度过高, H_2S 和 O_2 会反应生成 SO_2 , 导致 S_2 产率减小。

24. 【答案】(1) $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^{-}(\text{aq})$

(2) $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2\text{NH}_4^{+}(\text{aq}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}(\text{s}) + \text{Mg}^{2+}(\text{aq})$

(3) ①. $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^{+} = \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ ②. CaCO_3 易溶于酸而 CaSO_4 不易溶于酸 ③. $c(\text{Ca}^{2+})$

$= \frac{3.4 \times 10^{-9}}{0.1} = 3.4 \times 10^{-8} < 1 \times 10^{-5}$, 沉淀全部转化

(4) 将不溶于酸的 CaSO_4 转化为能溶于酸的 CaCO_3 除去

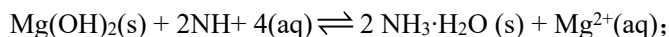
【解析】

【小问 1 详解】

用化学用语表示 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 在水中的沉淀溶解平衡, 即用化学方程式表示其沉淀溶解平衡: $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^{-}(\text{aq})$;

【小问 2 详解】

步骤 II 中 NH_4Cl 溶解 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的原理是 NH_4^{+} 与 $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^{-}(\text{aq})$ 溶解平衡中的 OH^{-} 结合生成 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 从而促进 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的溶解平衡往溶解的方向移动, 对应的化学反应方程式是:



【小问3 详解】

①i 中白色沉淀是 CaCl_2 与 Na_2CO_3 反应生成的 CaCO_3 ，i 中加入稀盐酸，白色沉淀溶解，发生的离子反应是： $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ ；

②i 中白色沉淀是 CaCl_2 与 Na_2CO_3 反应生成的 CaCO_3 ，ii 中白色沉淀是 CaCl_2 与 Na_2SO_4 反应生成的 CaSO_4 ，i 中加入稀盐酸，白色沉淀 CaCO_3 溶解，ii 中加入盐酸，对比 i、ii 白色沉淀和稀盐酸反应的现象，得出的结论是 CaCO_3 易溶于酸而 CaSO_4 不易溶于酸；

③结合题给信息：当溶液中剩余的离子浓度小于 $1 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 时，化学上通常认为生成沉淀的反应就进行完全了， $K_{\text{sp}}(\text{CaCO}_3) = 3.4 \times 10^{-9}$ ，ii 中加入过量 $0.1 \text{ mol/L Na}_2\text{CO}_3$ 溶液，此时溶液中 $c(\text{Ca}^{2+}) =$

$$\frac{3.4 \times 10^{-9}}{0.1} = 3.4 \times 10^{-8} < 1 \times 10^{-5}, \text{ 说明 } \text{CaSO}_4 \text{ 沉淀全部转化为 } \text{CaCO}_3 \text{ 沉淀。}$$

【小问4 详解】

对比 i、ii 白色沉淀和稀盐酸反应的现象，得出的结论是 CaCO_3 易溶于酸而 CaSO_4 不易溶于酸，所以步骤I中用 Na_2CO_3 溶液浸泡的目的将不溶于酸的 CaSO_4 转化为能溶于酸的 CaCO_3 除去。

25. 【答案】 ①. Fe^{2+} 、 Fe^{3+} ②. $2\text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ ③. 若用 NaOH 作沉淀剂， Co^{2+} 沉淀完全时的 $\text{pH}=9.4$ ，此时 Mn^{2+} 也会沉淀，导致 MnSO_4 产率降低 ④. 蒸发结晶，趁热过滤

⑤. $2\text{Mn}^{2+} + 5\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 8\text{H}_2\text{O} = 2\text{MnO}_4^- + 10\text{SO}_4^{2-} + 16\text{H}^+$ ⑥. $\frac{bc}{1000} \times \frac{1}{5} \times \frac{100}{25} \times \frac{55}{a} \times 100\%$ ⑦. 电流继

续增大， Mn^{2+} 在阴极放电： $\text{Mn}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Mn}$ ，使得 $c(\text{Mn}^{2+})$ 减小； H^+ 放电直接生成 H_2 而不是 H^+ ， MnO_2 被 H^+ 还原的反应不能进行，使得 $c(\text{Mn}^{2+})$ 减小； Mn^{2+} 在阳极放电生成 MnO_2 ，使得 $c(\text{Mn}^{2+})$ 减小

【解析】

【分析】在菱锰矿(主要成分为 MnCO_3 ，还含有 Fe_3O_4 、 FeO 、 CoO 等)中加入硫酸酸浸，过滤，得到含有 Mn^{2+} 、 Co^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 等的滤液，在滤液中先加入 MnO_2 ，将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ，再加入氨水，沉淀 Fe^{3+} ，过滤，除去氢氧化铁，在滤液中加入含硫沉淀剂沉淀钴离子，过滤得到含有 MnSO_4 的滤液，再经过蒸发结晶，趁热过滤，洗涤干燥，得到 MnSO_4 晶体。

【详解】(1)酸浸时 MnCO_3 、 Fe_3O_4 、 FeO 、 CoO 均能与硫酸反应，则酸浸后所得溶液的金属阳离子包括 Mn^{2+} 、 Co^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 。

(2)先加 MnO_2 的目的是将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ，便于加入氨水时以氢氧化铁的形式除去，则加 MnO_2 时发生反应的离子方程式为： $2\text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(3)沉淀池2中，不能用 NaOH 代替含硫沉淀剂，是因为若用 NaOH 作沉淀剂， Co^{2+} 沉淀完全时的 $\text{pH}=9.4$ ，此时 Mn^{2+} 也会沉淀，导致 MnSO_4 产率降低。

(4)从溶解度曲线可以看出， MnSO_4 的溶解度随温度升高而降低， $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的溶解度随温度升高而增大，故从“含 MnSO_4 的溶液”中提取“ MnSO_4 晶体”的操作为蒸发结晶，趁热过滤，洗涤干燥。

(5)①步骤ii中 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 将 Mn^{2+} 氧化为 MnO_4^- ， $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 被还原为 SO_4^{2-} ，根据得失电子守恒、电荷守恒、元素守

恒配平反应的离子方程式为： $2\text{Mn}^{2+} + 5\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 8\text{H}_2\text{O} = 2\text{MnO}_4^- + 10\text{SO}_4^{2-} + 16\text{H}^+$ ；

②根据以上反应过程可得关系式： $\text{Mn}^{2+} \sim \text{MnO}_4^- \sim 5\text{Fe}^{2+}$ ，则废渣中锰元素的质量分数为

$$\frac{bc}{1000} \times \frac{1}{5} \times \frac{100}{25} \times \frac{55}{a} \times 100\%。$$

(6)实验测得电解时间相同时，随外加电流的增大，溶液中的 $c(\text{Mn}^{2+})$ 先增大后减小，减小的原因可能是电流继续增大， Mn^{2+} 在阴极放电： $\text{Mn}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Mn}$ ，使得 $c(\text{Mn}^{2+})$ 减小； H^+ 放电直接生成 H_2 而不是 $\text{H}^\cdot$ ， MnO_2 被 $\text{H}^\cdot$ 还原的反应不能进行，使得 $c(\text{Mn}^{2+})$ 减小； Mn^{2+} 在阳极放电生成 MnO_2 ，使得 $c(\text{Mn}^{2+})$ 减小。

26. 【答案】(1) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (橙色) + $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-}$ (黄色) + 2H^+ ，滴入稀硫酸， $c(\text{H}^+)$ 增大，平衡向左移动， $c(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})$ 增大，溶液橙色加深



(3) H_2O_2 在碱性环境中比在酸性环境中分解速率快

(4) ①. 将试管放入沸水浴中加热，至无气泡，冷却 ②. 亮绿色 ③. H_2O_2 ④. $\text{Cr}(\text{OH})_3 + 5\text{OH}^- - 3\text{e}^- = \text{CrO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$ ⑤. $2\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2\uparrow$

(5) ①. > ②. <

【解析】

【小问 1 详解】

$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (橙色) + $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-}$ (黄色) + 2H^+ ，滴入稀硫酸， $c(\text{H}^+)$ 增大，平衡向左移动， $c(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})$ 增大，溶液橙色加深；

【小问 2 详解】

I 中，溶液由橙色变为绿色是 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 在酸的作用下反应转化为 Cr^{3+} ，总反应的离子方程式是 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 8\text{H}^+ + 3\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{Cr}^{3+} + 3\text{O}_2\uparrow + 7\text{H}_2\text{O}$ ；

【小问 3 详解】

H_2O_2 在碱性环境中比在酸性环境中分解速率快，故 II 中，继续滴入 NaOH 溶液后，又有气泡生成；

【小问 4 详解】

①取少量 I 中的绿色溶液，在滴入 NaOH 溶液前增加一步操作，以排尽溶液中的溶解氧气，排除干扰：将试管放入沸水浴中加热，至无气泡，冷却；然后滴入 NaOH 溶液，有蓝灰色沉淀生成，继续滴入 NaOH 溶液，沉淀溶解，生成 $\text{Cr}(\text{OH})_4^-$ ，溶液变为亮绿色；

②乙同学进一步研究碱性环境对 +3 价铬元素的还原性或 H_2O_2 的氧化性的影响，右侧烧杯的溶液中，氧化剂是 H_2O_2 ；

i. 向左侧烧杯中滴入 NaOH 溶液，出现蓝灰色沉淀，继续缓慢滴入 NaOH 溶液，灵敏电流计指针向右偏转 (电子从左向右运动)，左侧为负极，负极上蓝灰色沉淀 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 失电子产生 CrO_4^{2-} ，电极反应式为 $\text{Cr}(\text{OH})_3 + 5\text{OH}^- - 3\text{e}^- = \text{CrO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$ ；

ii.向右侧烧杯中滴入 NaOH 溶液，有微小气泡生成，灵敏电流计指针向左偏转，左侧无明显变化，左侧为正极 O_2 得电子产生 H_2O ，右侧负极上 H_2O_2 失电子产生氧气，此时原电池中的总反应的化学方程式为 $2H_2O_2 = 2H_2O + O_2\uparrow$ ；

【小问 5 详解】

溶液中存在平衡 $Cr_2O_7^{2-}$ (橙色) + $H_2O \rightleftharpoons 2CrO_4^{2-}$ (黄色) + $2H^+$ ，根据上述实验可知，酸性条件下， $Cr_2O_7^{2-}$ 得电子能力强于 H_2O_2 ，先放电，氧化性 $Cr_2O_7^{2-} > H_2O_2$ ；碱性条件下， CrO_4^{2-} 得电子能力弱于 H_2O_2 ， H_2O_2 先放电，氧化性： $CrO_4^{2-} < H_2O_2$ 。

关于我们

北京高考在线创办于 2014 年，隶属于北京太星网络科技有限公司，是北京地区极具影响力的中学升学服务平台。主营业务涵盖：北京新高考、高中生涯规划、志愿填报、强基计划、综合评价招生和学科竞赛等。

北京高考在线旗下拥有网站门户、微信公众平台等全媒体矩阵生态平台。平台活跃用户 40W+，网站年度流量数千万量级。用户群体立足于北京，辐射全国 31 省市。

北京高考在线平台一直秉承 “精益求精、专业严谨” 的建设理念，不断探索 “K12 教育+互联网+大数据” 的运营模式，尝试基于大数据理论为广大中学和家长提供新鲜的高考资讯、专业的高考政策解读、科学的升学规划等，为广大高校、中学和教科研单位提供 “衔接和桥梁纽带” 作用。

平台自创办以来，为众多重点大学发现和推荐优秀生源，和北京近百所中学达成合作关系，累计举办线上线下升学公益讲座数百场，帮助数十万考生顺利通过考入理想大学，在家长、考生、中学和社会各界具有广泛的口碑影响力

未来，北京高考在线平台将立足于北京新高考改革，基于对北京高考政策研究及北京高校资源优势，更好的服务全国高中家长和学生。



微信搜一搜

北京高考资讯