2018~2019学年10月四川成都武侯区成都市第七中学高三上学期月考化学试卷(详解)

可能用到的相对原子质量：H-1 N-14 O-16 Al-27

一、选择题

每题6分

1. 化学与生活密切相关，下列有关说法错误的是（ ）

A. 维生素 C 又称“抗坏血酸”，可以帮助人体将 $\mathrm{Fe^{3+}}$ 转化为 $\mathrm{Fe^{2+}}$

B. 在涂料中尽量用液态有机物代替水作溶剂，以增大溶解度并减少环境污染

C. 铁与氯气直接反应而腐蚀，钢管被原油中含硫化合物腐蚀均是发生化学腐蚀

D. 燃煤中加入生石灰可降低含硫化合物的排放

【答案】B

【解析】A 选项：维生素 C 具有还原性，能将 $\mathrm{Fe^{3+}}$ 还原为 $\mathrm{Fe^{2+}}$，故A正确；

B 选项：有机物易挥发造成环境污染，在涂料中尽量用水来代替有机物作溶剂来减少污染，故B错误；

C 选项：金属单质直接被氧化而腐蚀为化学腐蚀，故C正确；

D 选项：燃煤中加入生石灰可与硫化合物反应，降低其排放，故D正确；

故选 B 。

2. 设 N_{A} 为阿伏加德罗常数的值。下列叙述正确的是（ ）

A. 过氧化氢分解制得标准状况下 $2.24\ \mathrm{L\ O_2}$，转移电子数目为 $0.4N_{\mathrm{A}}$

B. $1\ \mathrm{L}\ 1\ \mathrm{mol\cdot L^{-1}}\ \mathrm{Na_2CO_3}$ 溶液中含氧原子数为 $3N_{\mathrm{A}}$

C. 将 $0.1\ \mathrm{mol\ FeCl_3}$ 滴入沸水形成的胶体粒子的数目为 $0.1N_{\mathrm{A}}$

D. $1\ \mathrm{mol}$ 硝基 $(-\mathrm{NO_2})$ 与 $46\ \mathrm{g}$ 二氧化氮 $(\mathrm{NO_2})$ 所含的电子数均为 $23N_{\mathrm{A}}$

【答案】D

【解析】A 选项：$\mathrm{H_2O_2}$ 中氧元素为 -1 价，每生成 $1\ \mathrm{mol\ O_2}$，转移 $2\ \mathrm{mol}$ 电子。标准状况下 $2.24\ \mathrm{L\ O_2}$ 的物质的量为 $0.1\ \mathrm{mol}$，转移的电子数为 $0.2N_{\mathrm{A}}$，故A错误；

B 选项：$1\ \mathrm{L}\ 1\ \mathrm{mol}\cdot\mathrm{L}^{-1}\ \mathrm{Na_2CO_3}$ 溶液中含有 $1\ \mathrm{mol}\ \mathrm{Na_2CO_3}$，这些 $\mathrm{Na_2CO_3}$ 中含有 $3\ \mathrm{mol}\ \mathrm{O}$，但作为溶剂的水中也含有氧原子，因此，该溶液中含有的氧原子数大于 $3N_{\mathrm{A}}$，故B错误；

C 选项：氢氧化铁胶体的一个胶体粒子是由多个氢氧化铁分子构成的集合体，若 $0.1\ \mathrm{mol}\ \mathrm{Fe^{3+}}$ 完全水解，形成的胶体粒子数小于 $0.1N_{\mathrm{A}}$，故C错误；

D 选项：一个硝基含有 23 个电子，一个 $\mathrm{NO_2}$ 分子也含有 23 个电子，$46\ \mathrm{g}\ \mathrm{NO_2}$ 的物质的量为 $1\ \mathrm{mol}$，因此，$1\ \mathrm{mol}$ 硝基 $(-\mathrm{NO_2})$ 与 $46\ \mathrm{g}\ \mathrm{NO_2}$ 所含的电子数均为 $23N_{\mathrm{A}}$，故D正确；

故选 D 。

3. 下列离子方程式书写正确的是（　）

A. 用惰性电极电解氯化镁溶液：$2\mathrm{Cl^-}+2\mathrm{H_2O}\xlongequal{\text{电解}}\mathrm{Cl_2}\uparrow+\mathrm{H_2}\uparrow+2\mathrm{OH^-}$

B. $\mathrm{NH_4HSO_4}$ 溶液与少量的 NaOH 溶液共热：$\mathrm{NH_4^+}+\mathrm{OH^-}\xlongequal{\Delta}\mathrm{NH_3}\uparrow+\mathrm{H_2O}$

C. 向 NaClO 溶液中通入过量的 $\mathrm{SO_2}$：$\mathrm{ClO^-}+\mathrm{SO_2}+\mathrm{H_2O}=\mathrm{HClO}+\mathrm{HSO_3^-}$

D. $\mathrm{FeSO_4}$ 酸性溶液暴露在空气中：$4\mathrm{Fe^{2+}}+\mathrm{O_2}+4\mathrm{H^+}=4\mathrm{Fe^{3+}}+2\mathrm{H_2O}$

【答案】D

【解析】A 选项：$\mathrm{Mg^{2+}}$ 与溶液中的 $\mathrm{OH^-}$ 不共存，所以用惰性电极电解氯化镁溶液离子方程式为：$\mathrm{Mg^{2+}}+2\mathrm{Cl^-}+2\mathrm{H_2O}\xlongequal{\text{电解}}\mathrm{Cl_2}\uparrow+\mathrm{H_2}\uparrow+\mathrm{Mg(OH)_2}$，故 A 错误；

B 选项：NaOH 溶液是少量的，发生离子方程式为：$\mathrm{OH^-}+\mathrm{H^+}=\mathrm{H_2O}$，故 B 错误；

C 选项：向 NaClO 溶液中通入过量的 $\mathrm{SO_2}$，$\mathrm{SO_2}$ 会被氧化为 $\mathrm{SO_3}$，离子方程式为：$3\mathrm{ClO^-}+\mathrm{SO_2}+\mathrm{H_2O}=2\mathrm{HClO}+\mathrm{Cl^-}+\mathrm{SO_4^{2-}}$，故 C 错误；

D 选项：$\mathrm{FeSO_4}$ 酸性溶液暴露在空气中，亚铁离子被氧气氧化为铁离子，离子方程式为：$4\mathrm{Fe^{2+}}+\mathrm{O_2}+4\mathrm{H^+}=4\mathrm{Fe^{3+}}+2\mathrm{H_2O}$，故 D 正确；

故选 D 。

4. 氮氧化铝是一种透明高硬度防弹材料，可以由该反应 $\mathrm{Al_2O_3}+\mathrm{C}+\mathrm{N_2}\xlongequal{\text{高温}}2\mathrm{AlON}+\mathrm{CO}$ 合成，下列有关说法正确的是（　）

A. 氮氧化铝中氮的化合价是 -3

B. 反应中每生成 $5.7\ \mathrm{g}\ \mathrm{AlON}$ 同时生成 $1.12\ \mathrm{L}\ \mathrm{CO}$

C. 反应中氮气作氧化剂

D. 反应中氧化产物和还原产物的物质的量之比是 $2:1$

【答案】C

【解析】A 选项：氮氧化铝中铝元素化合价为 $+3$ 价，氧元素化合价为 -2 价，氮元素的化合价为 -1，故A错误；

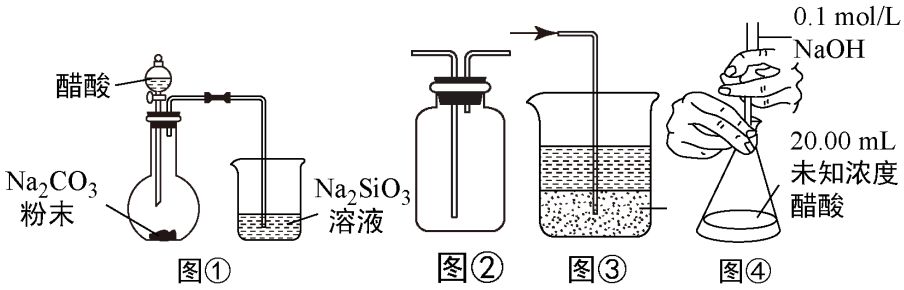
B 选项：状况未知，不能计算生成 CO 的体积，故B错误；

C 选项：氮元素化合价降低，N_2 为氧化剂，故C正确；

D 选项：CO 为氧化产物，$AlON$ 为还原产物，CO、$AlON$ 的物质的量之比为 $1:2$，故D错误；

故选 C 。

5. 用下列装置完成相关实验，合理的是（　）



A. 图①：验证酸性：$CH_3COOH > H_2CO_3 > H_2SiO_3$

B. 图②：收集 CO_2 或 NH_3

C. 图③：装置中上层为苯，下层为水，可用于吸收氨气，且能防止倒吸

D. 图④：测定醋酸的浓度

【答案】B

【解析】A 选项：CH_3COOH 是挥发性酸，产生的 CO_2 中混有 CH_3COOH 分子，干扰 CO_2 与 Na_2SiO_3 溶液的反应，故无法比较 H_2CO_3 和 H_2SiO_3 的酸性强弱，实验不合理，故 A 错误；

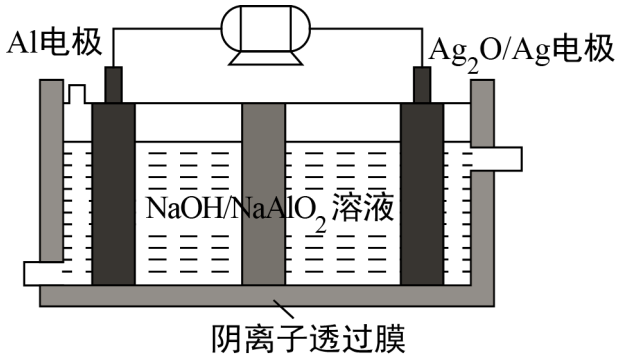
B 选项：图②为万能瓶，CO_2 的密度比空气大，收集 CO_2 从长导管进气；NH_3 密度比空气小，收集 NH_3 时，从短导管进气，实验合理，故 B 正确；

C 选项：图③装置中上层为苯，下层为水，氨气直接进入水层，由于氨气极易溶于水，故发生倒吸现象，故 C 错误；

D 选项：测定醋酸的浓度时， $NaOH$ 标准溶液应该放在碱式滴定管中，故 D 错误；

故选 B 。

6. 我国“蛟龙”号载人潜水器的动力电源采用 $Al—Ag_2O$ 电池，其工作原理如图所示。下列说法正确的是（　）



A. Al 电极是该电池的正极

B. Ag_2O 在 Ag_2O/Ag 电极上发生氧化反应

C. 该电池的负极反应为 $Al-3e^-+4OH^-=AlO_2^-+2H_2O$

D. 该电池工作时，正极区溶液的 pH 减小

【答案】C

【解析】A 选项：该装置是原电池，铝活泼作负极，故A错误；

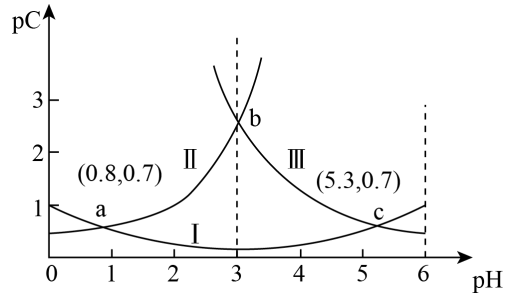
B 选项：装置中 Ag_2O 为正极，得电子，Ag 作为还原产物，所以发生的是还原反应，故B错误；

C 选项：铝活泼作负极，且电解质溶液呈碱性，电极反应为 $Al-3e^-+4OH^-=AlO_2^-+2H_2O$，故C正确；

D 选项：正极的反应式为 $Ag_2O+2e^-+H_2O=2Ag+2OH^-$，所以 $\frac{Ag_2O}{Ag}$ 电极附近溶液中的 pH 增大，故D错误；

故选 C 。

7. 常温下，向某浓度的 $H_2C_2O_4$ 溶液中逐滴加入已知浓度的 $NaOH$ 溶液，若定义 pC 是溶液中溶质物质的量浓度的负对数，则所得溶液中 $pC(H_2C_2O_4)$、$pC(HC_2O_4^-)$、$pC(C_2O_4^{2-})$ 与溶液的 pH 关系如图所示。则下列说法正确的是（　）



A. $pH=4$ 时，$c(HC_2O_4^-)<c(C_2O_4^{2-})$

B. 常温下，$K_{a1}=10^{-0.7}$

C. pH 从 3 增大到 5.3 的过程中，水的电离程度增大

D. 常温下，随 pH 的升高，$\dfrac{c^2(HC_2O_4^-)}{c(H_2C_2O_4)\cdot c(C_2O_4^{2-})}$ 先增大后减小

【答案】C

【解析】pH 逐渐升高，$c(HC_2O_4^-)$ 减小，则 $pC(HC_2O_4^-)$ 增大；$c(C_2O_4^{2-})$ 增大，则 $pC(C_2O_4^{2-})$ 减小，根据题图可知：曲线Ⅱ表示 $H_2C_2O_4$ 浓度负对数的变化，曲线Ⅰ表示 $HC_2O_4^-$ 浓度负对数的变化，曲线Ⅲ表示 $C_2O_4^{2-}$ 浓度负对数的变化。

A选项：$pH=4$ 时，$pC(HC_2O_4^-)<pC(C_2O_4^{2-})$，则 $c(HC_2O_4^-)>c(C_2O_4^{2-})$，故A错误；

B选项：a 点时 $H_2C_2O_4$、$HC_2O_4^-$ 的物质的量浓度相同，则 $K_{a1}=c(H^+)=10^{-0.8}$，故B错误；

C选项：$pH=3$ 时溶质主要是 $NaHC_2O_4$，向此时的溶液中加 NaOH 溶液，$NaHC_2O_4$ 溶液和 NaOH 溶液之间会发生反应得到 $C_2O_4^{2-}$，$C_2O_4^{2-}$ 的水解程度较大，对水的电离起到促进作用，故C正确；

D选项：温度不变时，$\dfrac{c^2(HC_2O_4^-)}{c(H_2C_2O_4)\cdot c(C_2O_4^{2-})}=\dfrac{K_{a1}}{K_{a2}}$ 不随 pH 的升高而变化，故D错误；

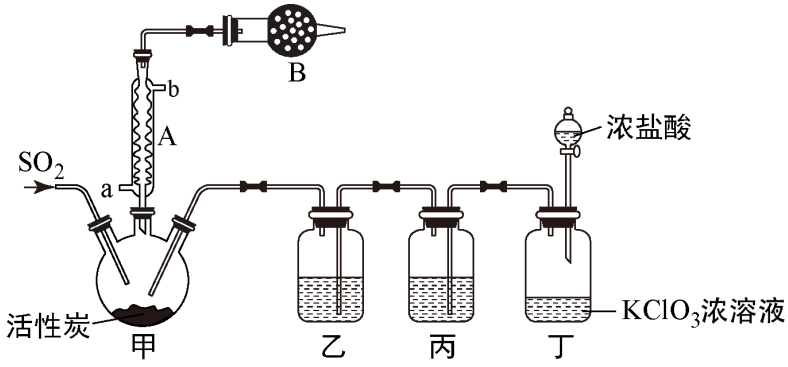
二、必考题

43分

8. 硫酰氯（SO_2Cl_2）对眼和上呼吸道黏膜有强烈的刺激性，但其在工业上有重要作用。其与硫酸的部分性质如下表：

物质	熔点 /°C	沸点 /°C	其他性质
SO_2Cl_2	−54.1	69.1	①易水解，产生大量白雾 ②易分解：$SO_2Cl_2 \xlongequal{100°C} SO_2+Cl_2$
H_2SO_4	10.4	338	有吸水性且不易分解

实验室用干燥纯净的二氧化硫和氯气合成硫酰氯的装置如图所示（夹持仪器已省略）。



已知：二氧化硫和氯气在一定条件下合成硫酰氯时明显放热。

（1）仪器 A 的作用是 _____ 和 _____ 。

（2）仪器 B 的名称是 _____ ；B 中装的试剂可以是 _____ 。（在下列选项中选择）

A．P_2O_5　　B．$CaCl_2$　　C．碱石灰　　D．NaOH

（3）实验时，装置丁中当生成 1 mol Cl_2，反应中转移的电子物质的量为 _____ mol。

（4）装置丙中的试剂为 _____ ；若缺少装置乙，则硫酰氯会水解，硫酰氯水解的化学方程式为 _____ 。

（5）少量硫酰氯也可用氯磺酸（$ClSO_3H$）分解获得，该反应的化学方程式为 $2ClSO_3H = H_2SO_4 + SO_2Cl_2$，此方法得到的产品中的杂质为硫酸。

在产品中分离出硫酰氯的方法是 _____ ，给产品加热时要采用 _____ 。

【答案】（1）冷凝回流；导气

（2）球形干燥管；CD

（3）$\frac{5}{3}$

（4）饱和食盐水；$SO_2Cl_2 + 2H_2O = H_2SO_4 + 2HCl$

（5）蒸馏；水浴加热

【解析】（1）仪器 A 为冷凝管，可以使生成的硫酰氯冷凝回流，并疏导未反应的氯气和二氧化硫的作用。

（2）仪器 B 的名称为球形干燥管，其作用为吸收未反应完的二氧化硫和氯气，同时防止水蒸气从外界进入装置甲使硫酰氯水解，P_2O_5 和 $CaCl_2$ 为酸性干燥剂和中性干燥剂，无法吸收二氧化硫和氯气，碱石灰和 NaOH 为碱性干燥剂，既可以吸收二氧化硫和氯气，又可以防止水蒸气进入。

故选 CD。

（3）丁装置发生的离子反应为 $ClO_3^- + 5Cl^- + 6H^+ = 3Cl_2\uparrow + 3H_2O$，生成 3 mol Cl_2 时，转移电子数为 5 mol，所以生成 1 mol Cl_2，反应中转移的电子物质的量为 $\frac{5}{3}$ mol。

（4）丁装置制取氯气，会产生水蒸气和氯化氢气体杂质，先用丙装置中的饱和食盐水除去氯化氢，再用乙装置中的浓硫酸除去水蒸气；硫酰氯水解产生氯化氢和硫酸，化学方程式为 $SO_2Cl_2 + 2H_2O = H_2SO_4 + 2HCl$。

（5）硫酸与硫酰氯沸点相差比较大，分离可用蒸馏的方法，由于硫酰氯的沸点是 69.1°C 且 100°C 会分解，可用水浴加热的方法，便于控制温度。

9. 元素周期表中第ⅦA 族元素的单质及其化合物的用途广泛。

（1）萤石（CaF_2）可与浓硫酸在铅皿中加热制取氢氟酸。为何该反应不在玻璃仪器中进行呢？请用化学方程式说明理由 _____ 。

（2）在一定条件下，氯酸钾与碘发生反应：$2KClO_3 + I_2 = 2KIO_3 + Cl_2\uparrow$。由此可以推断下列相应的结论正确的是 _____

A. 该反应属于置换反应

B. 非金属性：$I_2 > Cl_2$

C. 还原性：$I_2 > Cl_2$

D. 氧化性：$KClO_3 > I_2$

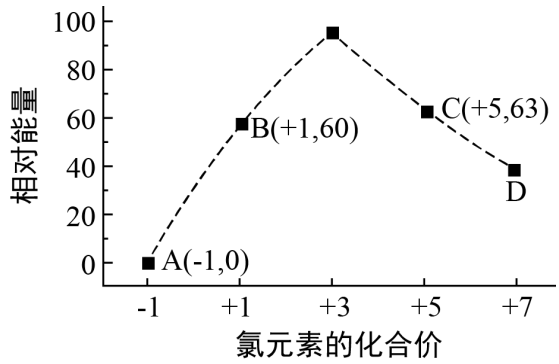
（3）工业上，通过如下转化可制得 $KClO_3$ 晶体：

$$\text{NaCl溶液} \xrightarrow[\text{I}]{80^\circ\text{C，通电}} \text{NaClO}_3\text{溶液} \xrightarrow[\text{II}]{\text{室温，KCl}} \text{KClO}_3\text{晶体}$$

① 完成Ⅰ中反应的总化学方程式：_____ NaCl+ _____ H_2O= _____ $NaClO_3$+ _____ 。

② Ⅱ中转化属于基本反应类型中的 _____ ，该反应过程能析出 $KClO_3$ 晶体而无其他晶体析出的原因是 _____ 。

（4）一定条件下，在水溶液中 1 mol Cl^-、ClO_x^- $(x = 1, 2, 3, 4)$ 的能量（kJ）相对大小如下图所示。



① D 是 _____ （填离子符号）。

② 写出 $B \rightarrow A + C$ 反应的热化学方程式（用离子符号表示） _____ 。

【答案】（1）$SiO_2 + 4HF = SiF_4\uparrow + 2H_2O$

（2）ACD

（3）① 1；3；1；$3H_2\uparrow$

② 复分解反应；室温下$KClO_3$在水中的溶解度明显小于其它晶体

（4）① ClO_4^-

② $3ClO^-(aq) = ClO_3^-(aq) + 2Cl^-(aq)$　　$\Delta H = -117\ kJ \cdot mol^{-1}$

【解析】（1）萤石是 CaF_2，可以用它和硫酸的反应来制备 HF（氢氟酸），氢氟酸会腐蚀玻璃（$SiO_2+4HF=SiF_4\uparrow+2H_2O$），所以该反应不能再玻璃器皿中进行，应该使用铅皿仪器，产生的氢氟酸也不能用玻璃试剂瓶存放，往往用塑料瓶来存放。

（2）A 选项：由 $2KClO_3+I_2=2KIO_3+Cl_2$ 可知，反应为一种单质和一种化合物反应生成另一种单质和另一种化合物，为置换反应，故A正确；

B 选项：同主族从上到下元素的非金属性减弱，则非金属性 $Cl>I$，故B正确；

C 选项：还原剂的还原性大于还原产物的还原性，则还原性：$I_2>Cl_2$，故C正确；

D 选项：反应中 I_2 为还原剂，Cl_2 为还原产物，难以比较氧化性，事实上氧化性 $Cl_2>I_2$，故D错误；

故选 A C D 。

（3）① 电解时，阳极上氯离子放电生成氯酸根离子、阴极上氢离子放电生成氢气，所以反应方程式为 $NaCl+3H_2O\xlongequal[80^\circ C]{通电}NaClO_3+3H_2\uparrow$。

② $NaClO_3$ 转化为 $KClO_3$，说明该反应中两种物质相互交换离子生成盐，为复分解反应，相同温度下，溶解度小的物质先析出，室温下 $KClO_3$ 在水中的溶解度肯定小于其它晶体，所以先析出 $KClO_3$。

（4）① 根据图象知，D 中 Cl 元素化合价为 $+7$ 价，所以 ClO_x^- 中 x 为 4，则 D 为 ClO_4^-。

② $B\rightarrow A+C$，根据转移电子守恒得该反应方程式为

$3ClO^-=ClO_3^-+2Cl^-$，反应热

$=(63\ kJ/mol+2\times0\ kJ/mol)-3\times60\ kJ/mol=-117\ kJ/mol$，所以

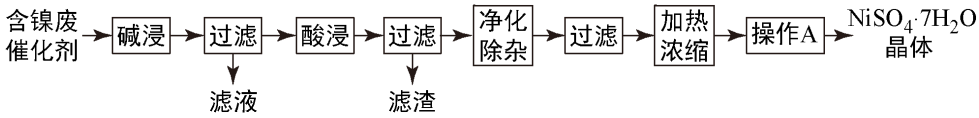
该热化学反应方程式为 $3ClO^-(aq)=ClO_3^-(aq)+2Cl^-(aq)$

$\Delta H=-117\ kJ/mol$。

10. 某含镍（Ni）废催化剂中主要含有 Ni，还含有 Al、Al_2O_3、Fe 及其它不溶于酸、碱的杂质。部分金属氢氧化物 K_{sp} 近似值如下表所示：如下：

化学式	$Fe(OH)_2$	$Fe(OH)_3$	$Al(OH)_3$	$Ni(OH)_2$
K_{sp} 近似值	10^{-17}	10^{-39}	10^{-34}	10^{-15}

现用含镍废催化剂制备 $NiSO_4\cdot7H_2O$ 晶体，其流程图如下：



回答下列问题：

（1）“碱浸”时发生反应的离子方程式为 $Al_2O_3+2OH^-=2AlO_2^-+H_2O$，_____。

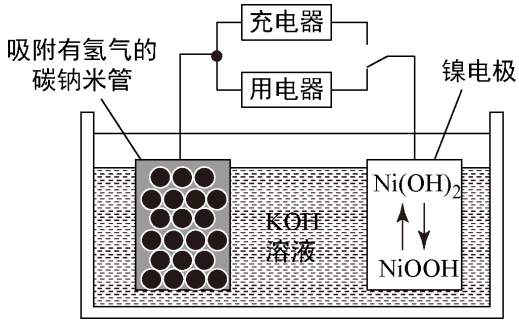
（2）“酸浸”所使用的酸为_____。

（3）“净化除杂”需加入 H_2O_2 溶液，其作用是_____。然后调节 pH 使溶液中铁元素恰好完全沉淀，计算此时的 $pH=$_____（保留一位小数）。

（4）“操作 A”为_____、过滤、洗涤、干燥，即得产品。

（5）$NiSO_4$ 在强碱性溶液中可被 NaClO 氧化为 NiOOH 固体，该反应的离子方程式为_____。

（6）NiOOH 可作为镍氢电池的电极材料，该电池的工作原理如下图所示。充电时，阳极的电极反应式为_____，电解液中 OH^- 向移动_____（填“左”或“右”）。



【答案】（1）$2Al+2OH^-+6H_2O=2AlO_2^-+3H_2\uparrow$ 或

$Al_2O_3+2OH^-=2AlO_2^-+H_2O$ 或 $Al_2O_3+2OH^-=2AlO_2^-+H_2O$

（2）H_2SO_4

（3）将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+}；2.7

（4）冷却结晶

（5）$2Ni^{2-}+ClO^-+4OH^-=2NiOOH\downarrow+Cl^-+H_2O$

（6）$Ni(OH)_2+OH^--e^-=NiOOH+H_2O$；右

【解析】（1）“碱浸”时，Al 和 Al_2O_3 溶于碱生成 $Al(OH)_4^-$，则发生反应的化学方程式为：$2Al+2OH^-+6H_2O=2AlO_2^-+3H_2\uparrow$，

$Al_2O_3+2OH^-=2AlO_2^-+H_2O$。

（2）工艺流程最终目的是制备 $NiSO_4\cdot7H_2O$ 晶体，所以酸浸时所用的酸应为 H_2SO_4。

（3）1：“净化除杂”需加入 H_2O_2 溶液，其目的则是氧化 Fe^{2+} 为 Fe^{3+}，Fe^{3+} 更易形成 $Fe(OH)_3$ 从而达到去除 Fe 元素的目的。

2：

调节 pH 使溶液中铁元素恰好完全沉淀，定性分析来看，溶液中 $c(Fe^{3+})$ 浓度低于 10^{-5} mol/L 可认为 Fe^{3+} 几乎完全被除去，此时溶液中

$c(OH^-)=3\dfrac{K_{sp}[Fe(OH)_3]}{c(Fe^{3+})}=10^{-11.3}$ mol/L，则

$pH=14-p\,OH=14+\lg\ c(OH^-)=2.7$。

（4）溶液中存在 $NiSO_4$，经过加热浓缩和操作 A 得到 $NiSO_4\cdot 7H_2O$ 晶体，则操作 A 为冷却结晶。

（5）$NiSO_4$ 在强碱性溶液中可被 NaClO 氧化为 NiOOH，ClO^- 被还原为 Cl^-，所以发生反应的离子方程式应为：

$2Ni^{2+}+ClO^-+4OH^-=2NiOOH\downarrow+Cl^-+H_2O$。

（6）NiOOH 可作为镍氢电池的电极材料，原电池正极发生还原反应，NiOOH 放电转化为 $Ni(OH)_2$，考虑到溶液呈碱性，则生成 OH^-，放电时正极相当于充电时阳极，所以电极反应为：$Ni(OH)_2+OH^--e^-=NiOOH+H_2O$。

三、选考题

15分

11. 氨是生产硝酸、尿素等物质的重要原料，工业合成氨是最重要的化工生产之一。

（1）氨催化氧化法是工业制硝酸的主要方法。

已知：$2NO(g)+3H_2(g)\rightleftharpoons 2NH_3(g)+O_2(g)\quad \Delta H_1=-272.9\ kJ\cdot mol^{-1}$，

$2H_2(g)+O_2(g)=2H_2O(g)\quad \Delta H_2=-483.6\ kJ\cdot mol^{-1}$，

则 $4NH_3(g)+5O_2(g)=4NO(g)+6H_2O(g)\quad \Delta H_3=$ _____ 。

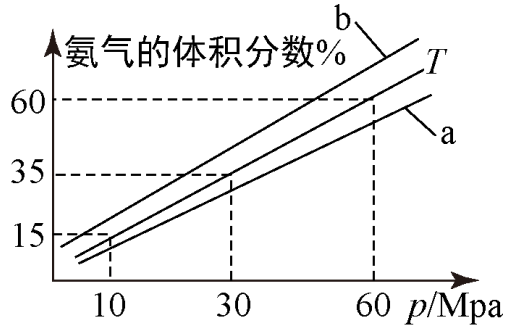
（2）恒容密闭容器中进行合成氨反应

$N_2(g)+3H_2(g)\rightleftharpoons 2NH_3(g)\quad \Delta H_4=-92.4\ kJ\cdot mol^{-1}$，其化学平衡常数（$K$）与温度的关系如下表：

温度 $/K$	298	398	498	$\cdots$
平衡常数（K）	4.1×10^5	K_1	K_2	$\cdots$

K_1 _____ K_2（填“>”或“<”），其判断理由是 _____ 。

（3）向氨合成塔中充入 10 mol N_2 和 40 mol H_2 进行氨的合成，一定温度（T）下平衡混合物中氨气的体积分数与压强（p）的关系如图甲所示。



甲

① 下列说法正确的是 _____ （填字母）。

A. 由图可知增大体系压强（p），有利于增大氨气在混合气体中的体积分数

B. 若图中 $T=500°C$，则温度为 $450°C$ 时对应的曲线是 b

C. 工业上采用 $500°C$ 温度可有效提高氮气的转化率

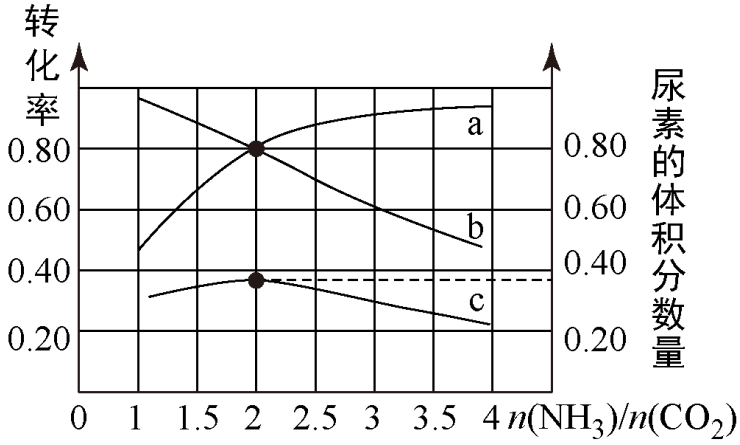
D. 当 $3v_{正}(H_2)=2v_{逆}(NH_3)$ 时，反应达到平衡状态

② 当温度为 T、氨气的体积分数为 25% 时，N_2 的转化率为 _____ 。

（4）工业上用 NH_3 生产硝酸时，将 NH_3 和 O_2 按体积比 1 : 2 混合通入某特定条件的密闭容器中进行反应，所有物质不与外界交换，最后所得溶液中溶质的质量分数为 _____ 。（保留 3 位有效数字）

（5）氨碳比 $\left(\frac{n(NH_3)}{n(CO_2)}\right)$ 对合成尿素的反应有影响：

$2NH_3(g)+CO_2(g)\rightleftharpoons CO(NH_2)_2(g)+H_2O(g)$。$T°C$ 时，在一定体积为 2 L 的恒容密闭容器中，将物质的量之和为 3 mol 的 NH_3 和 CO_2 以不同的氨碳比进行反应，结果如图乙所示，a、b 分别表示 CO_2 或 NH_3 的转化率，c 表示平衡体系中尿素的体积分数。$\left(\frac{n(NH_3)}{n(CO_2)}\right)=$ _____ 时，尿素产量最大；该条件下反应的平衡常数 $K=$ _____ 。



乙

【答案】（1）$-905.0\ kJ\cdot mol^{-1}$

（2）>；该反应为放热反应，温度升高，平衡逆向移动平衡常数减小

（3）① AB

② 50%

（4）77.8%

（5）2；40

【解析】（1）已知：①

$2NO(g)+3H_2(g)\rightleftharpoons 2NH_3(g)+O_2(g)\quad \Delta H_1=-272.9\ kJ\cdot mol^{-1}$

②$2H_2(g)+O_2(g)=2H_2O(g)\quad \Delta H_2=-483\ kJ\cdot mol^{-1}$，②×3−①×2 得到 $4NH_3(g)+5O_2(g)=4NO(g)+6H_2O(g)$，根据盖斯定律

$\Delta H_3=3(-483\ kJ\cdot mol)-2(-272.9\ kJ\cdot mol^{-1})=-905.0\ kJ\cdot mol^{-1}$。

（2）在一定体积的密闭容器中，进行如下化学反应：

$N_2(g)+3H_2(g)=2NH_3(g)\quad \Delta H<0$，反应是放热反应，依据图表数据分析，温度升高，平衡逆向进行，平衡常数减小，$K_1>K_2$。

（3）① A 选项：由图可知，温度一定时，压强增大氨气的体积分数增大，故A正确；

B 选项：图 B 中 $T=500^\circ C$，合成氨是放热反应，压强一定时，降低温度平衡向正反应方向移动，平衡时氨气的体积分数增大，则温度为 $450^\circ C$ 时对应的曲线是 b，故B正确；

C 选项：$500^\circ C$ 时反应速率加快，催化剂活性最好，正反应为放热反应，温度越低氮气的转化率越高，高温不利于氮气的转化，故C错误；

D 选项：当 $3v_{正}(H_2)=2v_{逆}(NH_3)$，不同物质表示的正逆速率之比等于化学计量数之比，说明可逆反应到达平衡，$3v_{正}(H_2)=2v_{逆}(NH_3)$ 时不能说明可逆反应到达平衡，故D错误；

故选 A B 。

② 设参加反应的氮气为 n mol，则

	$N_2(g)+$	$3H_2(g)\rightleftharpoons$	$2NH_3(g)$
开始（mol）	40		0
转化（mol）	$3n$		$2n$
平衡（mol）	$40-3n$		$2n$

则 $\dfrac{2n}{10-n+40-3n+2n}\times 100\%=25\%$，解得 $n=5$，所以氮气的转化率为 $\dfrac{5}{10}\times 100\%=50\%$。

（4）由 $4NH_3+5O_2\xlongequal[\Delta]{催化剂}4NO+6H_2O$、$4NO+3O_2+2H_2O=4HNO_3$ 可得：$NH_3+2O_2=HNO_3+H_2O$，则按理论上的原料比将原料放在一个具有反应条件的密闭容器中进行，所有物质不与外界交换，则生成 $1\ mol\ HNO_3$、$1\ mol\ H_2O$，则硝酸的质量分数为：$\dfrac{62}{63+18}\times 100\%=77.8\%$。

（5）由图可知，横坐标为 $n(NH_3):n(CO_2)=2$ 时，尿素的体积分数最大，且氨气的转化率为 80%。

	$2NH_3(g)+$	$CO_2(g)=$	$CO(NH_2)_2(g)+$	$H_2O(g)$
起始浓度（$mol\cdot L^{-1}$）	1	0.5	0	0
变化浓度（$mol\cdot L^{-1}$）	0.8	0.4	0.4	0.4
平衡浓度（$mol\cdot L^{-1}$）	0.2	0.1	0.4	0.4

该条件下反应的平衡常数 $K=\frac{0.4\times0.4}{0.1\times0.2^2}=40$。