

# 2023 北京一六一中高二 12 月月考





## 化 学

本试卷共 4 页，共 100 分。考试时长 60 分钟。考生务必将答案写在答题纸上，在试卷上作答无效。

可能用到的相对原子质量：H1 C12 N14 O16

一、选择题：本大题共 12 道小题，每小题 5 分，共 60 分

1. 下列装置或过程能实现化学能转化为电能的是

A	B	C	D
			
风力发电	水果电池	燃料燃烧	手机充电

A. A

B. B

C. C

D. D

2. 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 $\text{CaCO}_3$	醋酸的酸性强于碳酸
C	用 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 净化天然水	$\text{Al}^{3+}$ 和天然水中 $\text{HCO}_3^-$ 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 $\text{BaSO}_4$ 作内服造影剂	胃液中的 $\text{H}^+$ 对 $\text{BaSO}_4$ 的沉淀溶解平衡基本没有影响， $\text{Ba}^{2+}$ 可以保持在安全浓度范围内

A. A

B. B

C. C

D. D

3.  $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g}) \quad \Delta H < 0$  是工业制硫酸的重要反应，下列说法不正确的是

A. 其他条件不变，使用催化剂能同时提高反应速率和  $\text{SO}_2$  的平衡转化率

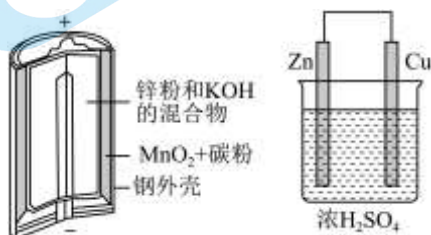
- B. 其他条件不变, 升高温度能加快反应速率, 但  $\text{SO}_2$  的平衡转化率降低
- C. 其他条件不变, 通入过量空气能提高  $\text{SO}_2$  的平衡转化率, 但化学平衡常数不变
- D. 其他条件不变, 增大压强能同时提高反应速率和  $\text{SO}_2$  的平衡转化率, 但生产成本增加
4. 下列用于解释事实的化学用语书写不正确的是

- A. 电解精炼铜阳极的主要反应:  $\text{Cu} - 2\text{e}^- = \text{Cu}^{2+}$
- B. 用  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液清洗油污的原因:  $2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + 2\text{OH}^-$
- C. 用饱和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液处理锅炉水垢中的  $\text{CaSO}_4$ :  $\text{CaSO}_4(\text{s}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$
- D. 将纯水加热至较高温度, 水的  $\text{pH} < 7$ :  $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^- \quad \Delta H > 0$

5. 下列事实不能用化学平衡移动原理解释的是

- A. 实验室收集氯气时, 常用排饱和食盐水的方法
- B. 配制  $\text{FeCl}_3$  溶液时, 常将  $\text{FeCl}_3$  晶体溶于较浓的盐酸中
- C. 工业合成氨  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H < 0$ , 采用  $400^\circ\text{C} \sim 500^\circ\text{C}$  的高温条件
- D. 工业制备  $\text{TiO}_2$ :  $\text{TiCl}_4 + (x+2)\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O} \downarrow + 4\text{HCl}$ , 加入大量水, 同时加热

6. 锌锰碱性干电池是依据原电池原理制成的化学电源。电池中负极与电解质溶液接触直接反应会降低电池的能量转化效率, 称为自放电现象。



下列关于原电池和干电池的说法不正确的是

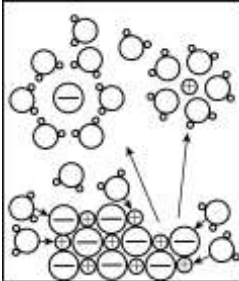
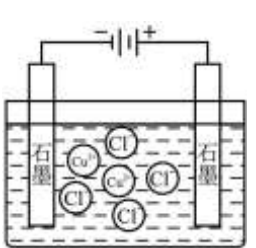

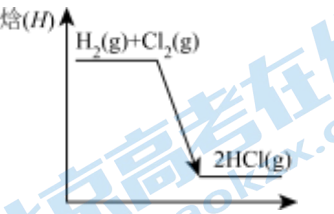
- A. 两者正极材料不同
- B.  $\text{MnO}_2$  的放电产物可能是  $\text{KMnO}_4$
- C. 两者负极反应式均为  $\text{Zn}$  失电子
- D. 原电池中  $\text{Zn}$  与稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$  存在自放电现象

7. 下列关于室温时溶液中离子浓度关系的说法正确的是

- A.  $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液中:  $c(\text{Na}^+) = 2c(\text{CO}_3^{2-})$
- B.  $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_4\text{Cl}$  溶液中:  $c(\text{Cl}^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{OH}^-)$
- C.  $\text{pH} < 7$  的  $\text{CH}_3\text{COOH}$ 、 $\text{CH}_3\text{COONa}$  混合溶液:  $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) < c(\text{Na}^+)$
- D.  $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_4\text{Cl}$  溶液和  $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  相比,  $c(\text{NH}_4^+)$  前者大于后者

8. 下列图示与化学用语表述内容不相符的是

A	B	C	D
---	---	---	---

 <p>NaCl 溶于水</p>	 <p>电解 <math>\text{CuCl}_2</math> 溶液</p>	 <p>温度对化学平衡移动的影响</p>	 <p><math>\text{H}_2</math> 与 <math>\text{Cl}_2</math> 反应过程中焓的变化</p>
$\text{NaCl} = \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$	$\text{CuCl}_2 = \text{Cu}^{2+} + 2\text{Cl}^-$	$2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ $\Delta H < 0$	$\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) = 2\text{HCl}(\text{g})$ $\Delta H < 0$

A. A

B. B

C. C

D. D

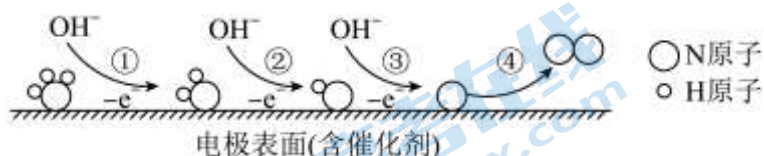
9. 某温度时,  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$   $K = 1$ 。该温度下, 在甲、乙、丙、丁四个恒容密闭容器中, 投入  $\text{H}_2$  和  $\text{CO}_2$ , 起始浓度如下:

起始浓度	甲	乙	丙	丁
$c(\text{H}_2)/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	0.10	0.10	0.20	0.20
$c(\text{CO}_2)/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	0.10	0.20	0.10	0.20

平衡时, 下列推断不正确的是

- A. 甲中  $\text{CO}_2$  的转化率为 50%
- B. 乙中  $\text{CO}_2$  的转化率等于丙中  $\text{H}_2$  的转化率
- C. 丁中各物质的物质的量相等
- D. 甲、乙、丁中  $c(\text{H}_2)$  关系为甲 < 乙 < 丁

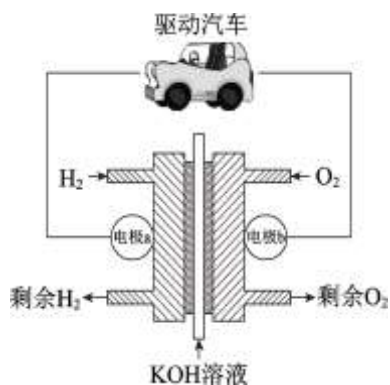
10. 工厂的氨氮废水可用电化学催化氧化法加以处理, 其中  $\text{NH}_3$  在电极表面的氧化过程的微观示意图如图:



下列说法中, 不正确的是

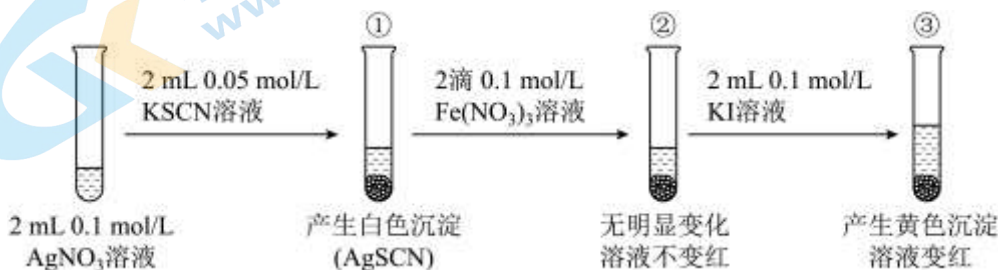
- A. 过程①②均有 N-H 键断裂
- B. 过程③的电极反应式为:  $\text{NH} - \text{e}^- + \text{OH}^- = \text{N} + \text{H}_2\text{O}$
- C. 过程④中有非极性键形成
- D. 催化剂可以降低该反应的焓变

11. 北京冬奥会赛区内将使用氢燃料清洁能源车辆，某氢氧燃料电池工作示意图如图。下列说法中，不正确的是



- A. 电极 a 为电池的负极
- B. 电极 b 表面反应为： $O_2 + 4e^- + 2H_2O = 4OH^-$
- C. 电池工作过程中  $OH^-$  向正极迁移
- D. 氢氧燃料电池将化学能转化为电能的转化率高于火力发电，提高了能源利用率

12. 为研究沉淀的生成及转化，同学们进行下图所示实验。

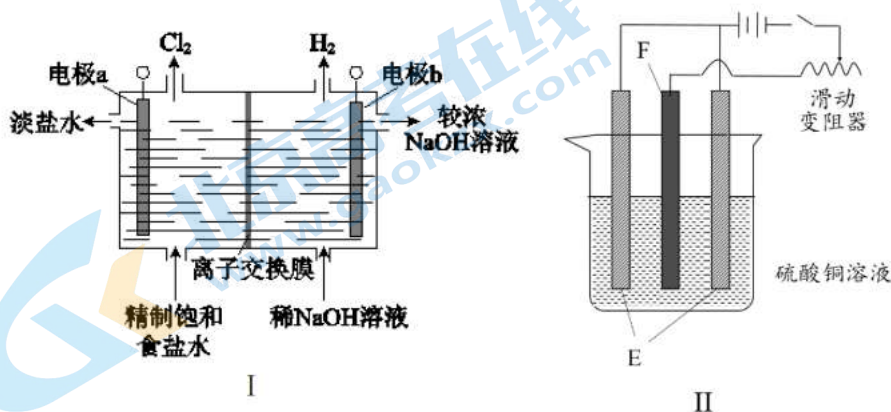


下列关于该实验的分析不正确的是

- A. ①中产生白色沉淀的原因是  $c(Ag^+) \cdot c(SCN^-) > K_{sp}(AgSCN)$
- B. ①中存在平衡： $AgSCN(s) \rightleftharpoons Ag^+(aq) + SCN^-(aq)$
- C. ②中无明显变化是因为溶液中的  $c(SCN^-)$  过低
- D. 上述实验不能证明  $AgSCN$  向  $AgI$  沉淀转化反应的发生

**二、填空题：本大题共 3 小题，共 40 分。**

13. 依据如图所示三套装置，分别回答下列问题。



(1) 电解饱和食盐水的原理如装置I所示。

① 电解饱和食盐水的化学方程式是\_\_\_\_\_。

② 电极 a 接电源的\_\_\_\_\_ (填“正”或“负”)极。

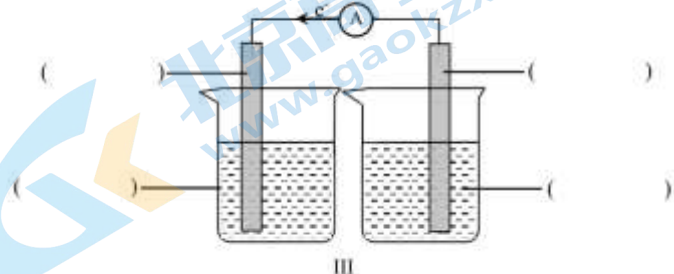
③ 电极 b 的反应式是\_\_\_\_\_。

④ 离子交换膜主要允许\_\_\_\_\_ (填离子符号)通过。

(2) 装置II的实验目的是在铁棒上镀铜，铁棒为\_\_\_\_\_ (填“E”或“F”)。另一电极用于及时补充消耗的镀层物质，结合化学用语说明其原理：\_\_\_\_\_。

(3) 装置III利用  $\text{Fe}^{3+}$  与 Cu 发生的反应，设计一个可正常工作的电池，补全该电化学装置示意图\_\_\_\_\_，写出电池工作一段时间后的现象。

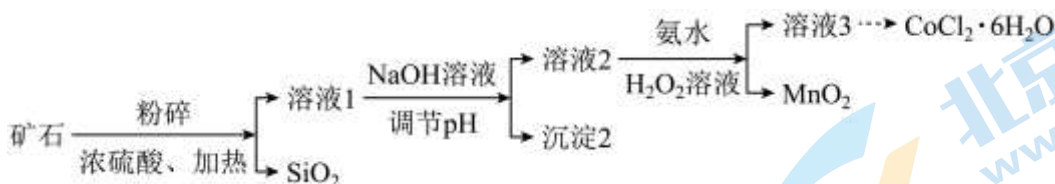
供选择的实验用品：KCl 溶液， $\text{FeCl}_2$  溶液， $\text{FeCl}_3$  溶液， $\text{CuSO}_4$  溶液，铜棒，锌棒，铁棒，石墨棒，氯化钾盐桥。



工作一段时间后的现象是\_\_\_\_\_。

14. 氯化钴( $\text{CoCl}_2$ )在工业催化、涂料工业、干湿指示剂等领域具有广泛应用。

(1) 某钴矿石的主要成分包括  $\text{CoO}$ 、 $\text{MnO}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  和  $\text{SiO}_2$ 。由该矿石制  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  固体的方法如图(部分分离操作省略)：



资料： $\text{Mn}^{2+}$  生成  $\text{Mn}(\text{OH})_2$ ，开始沉淀时  $\text{pH}=8.2$ ，完全沉淀时  $\text{pH}=10.2$

① 上述矿石溶解过程中，能够加快化学反应速率的措施有\_\_\_\_\_ (写出一条即可)。

②  $\text{CoO}$  溶于浓硫酸是非氧化还原反应，溶液 1 中阳离子包括  $\text{H}^+$ 、 $\text{Mn}^{2+}$  和\_\_\_\_\_。

③ 已知  $\text{pH}=2.8$  时溶液中  $\text{Fe}^{3+}$  完全沉淀。沉淀 2 是\_\_\_\_\_。

④ 溶液 2 中含有  $\text{Co}^{2+}$  和  $\text{Mn}^{2+}$ 。

i. 已知： $25^\circ\text{C}$  时  $K_{\text{sp}}[\text{Co}(\text{OH})_2] \approx 1 \times 10^{-15}$ ，当  $c(\text{Co}^{2+}) < 1 \times 10^{-5} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  时可认为  $\text{Co}^{2+}$  完全沉淀。若向溶液 2 中加入碱溶液，常温下，当  $\text{pH}=\underline{\hspace{1cm}}$  时  $\text{Co}^{2+}$  完全沉淀。由此可知，通过调节  $\text{pH}$  无法将  $\text{Mn}^{2+}$  和  $\text{Co}^{2+}$  完全分离。

ii. 溶液 2 中加入氨水和  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液的目的是\_\_\_\_\_。

(2) 可用如下方法测定产品中  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  的质量分数(其他杂质不干扰测定)：

资料：i.  $M(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 238 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$

ii.  $\text{Co}^{2+}$  与  $\text{SCN}^-$  反应生成蓝色的  $\text{Co}(\text{SCN})_4^{2-}$ ； $\text{Co}^{2+}$  与 EDTA 以物质的量比 1:1 反应，得到红色溶液；后者的反应程度大于前者取  $m\text{g}$  产品溶于水，向其中滴加几滴  $\text{KSCN}$  溶液作指示剂。再用  $c\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  EDTA 溶液滴定，消耗 EDTA 溶液的体积为  $v\text{mL}$ 。滴定终点时的现象是\_\_\_\_，产品中  $\text{CoCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$  的质量分数为\_\_\_\_ (结果用  $m$ 、 $v$ 、 $c$  表示)。

15. 直接排放含  $\text{SO}_2$  的烟气会形成酸雨，危害环境。利用钠碱循环法可脱除烟气中的  $\text{SO}_2$ 。

(1) 用化学方程式表示  $\text{SO}_2$  形成硫酸型酸雨的反应：\_\_\_\_\_。

(2) 在钠碱循环法中， $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液作为吸收液，可由  $\text{NaOH}$  溶液吸收  $\text{SO}_2$  制得，该反应的离子方程式是\_\_\_\_\_

(3) 吸收液吸收  $\text{SO}_2$  的过程中， $\text{pH}$  随  $n(\text{SO}_3^{2-}):n(\text{HSO}_3^-)$  变化关系如下表：

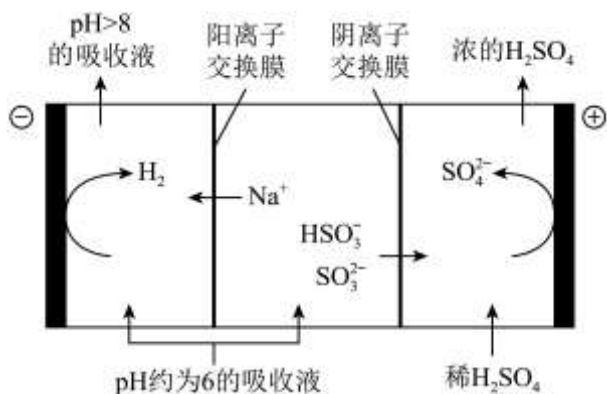
$n(\text{SO}_3^{2-}):n(\text{HSO}_3^-)$	91:9	1:1	1:91
$\text{pH}$	8.2	7.2	6.2

① 上表判断  $\text{NaHSO}_3$  溶液显\_\_\_\_\_性，用化学平衡原理解释：\_\_\_\_\_

② 当吸收液呈中性时，溶液中离子浓度关系正确的是(选填字母)：\_\_\_\_\_

- a.  $c(\text{Na}^+) = 2c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{HSO}_3^-)$ ，  
 b.  $c(\text{Na}^+) > c(\text{HSO}_3^-) > c(\text{SO}_3^{2-}) > c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$   
 c.  $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{HSO}_3^-) + c(\text{OH}^-)$

(4) 当吸收液的  $\text{pH}$  降至约为 6 时，需送至电解槽再生。再生示意图如下：



①  $\text{HSO}_3^-$  在阳极放电的电极反应式是\_\_\_\_\_。

② 当阴极室中溶液  $\text{pH}$  升至 8 以上时，吸收液再生并循环利用。简述再生原理：\_\_\_\_\_

## 参考答案

一、选择题：本大题共 12 道小题，每小题 5 分，共 60 分

1. 【答案】B

- 【详解】A. 风力发电把风能转化为电能，故不选 A；  
B. 水果电池属于原电池，把化学能转化为电能，故选 B；  
C. 燃料燃烧把化学能转化为热能、光能等，故不选 C；  
D. 手机充电把电能转化为化学能，故不选 D；  
选 B。

2. 【答案】A

- 【详解】A. 催化剂可以降低反应的活化能，故 A 错误；  
B. 醋酸和  $\text{CaCO}_3$  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  $\text{HCO}_3^-$ ， $\text{Al}^{3+}$  和天然水中  $\text{HCO}_3^-$  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.  $\text{BaSO}_4$  不溶于盐酸，胃液中的  $\text{H}^+$  对  $\text{BaSO}_4$  的沉淀溶解平衡基本没有影响， $\text{Ba}^{2+}$  可以保持在安全浓度范围内，所以用  $\text{BaSO}_4$  作内服造影剂，故 D 正确；

故选 A。

3. 【答案】A

- 【详解】A. 使用催化剂只能提高反应速率不能提高  $\text{SO}_2$  的平衡转化率，故 A 错误；  
B. 该反应为放热反应，升高温度能加快反应速率，但平衡逆向移动， $\text{SO}_2$  的平衡转化率降低，故 B 正确；  
C. 通入过量空气能提高  $\text{SO}_2$  的平衡转化率，温度不变，所以化学平衡常数不变，故 C 正确；  
D. 增大压强能提高反应速率，该反应为分子数减小的反应，增大压强平衡正向移动， $\text{SO}_2$  的平衡转化率增大，但压强增大对设备要求提高，生产成本增加，故 D 正确；

故答案为 A。

4. 【答案】B

- 【详解】A. 电解精炼铜，粗铜作阳极的主要反应： $\text{Cu} - 2\text{e}^- = \text{Cu}^{2+}$ ，A 正确；  
B. 多元弱酸的酸根水解分步进行，以第一步为主，水解离子方程式： $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$ ，溶液显碱性，油脂在碱性条件下水解生成可溶于水的物质，B 错误；  
C. 用饱和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液处理锅炉水垢中的  $\text{CaSO}_4$  发生沉淀转化：  
 $\text{CaSO}_4(\text{s}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ ，C 正确；  
D. 水的电离为吸热过程，升温促进水的电离， $c(\text{H}^+)$  浓度增大， $\text{pH} < 7$ ，D 正确；

关注北京高考在线官方微信：[京考一点通](#)（微信号：[bjgkzx](#)），获取更多试题资料及排名分析信息。

答案选 B。

5. 【答案】 C

【详解】 A. 氯气和水反应生成盐酸和次氯酸，该反应是可逆反应： $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$ ，饱和食盐水中含有氯化钠电离出的氯离子，饱和食盐水抑制了氯气的溶解，所以实验室可用排饱和食盐水的方法收集氯气，能用平衡移动原理解释，故 A 不符合题意；

B.  $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$ ，配制  $\text{FeCl}_3$  溶液时，向溶液中加入盐酸，可以抑制铁离子的水解，能用勒平衡移动原理解释，故 B 不符合题意；

C. 合成氨的正反应是放热反应，升高温度平衡逆向移动，但  $500^\circ\text{C}$  左右的温度比室温更有利于合成氨反应，不能用平衡移动原理解释，故 C 符合题意；

D.  $\text{TiCl}_4$  水解生成  $\text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{HCl}$ ，该过程是吸热反应，加入大量水，同时加热升高温度，平衡正向移动，能用平衡移动原理解释，故 D 不符合题意；

故选 C。

6. 【答案】 B

【详解】 A. 左图为干电池，干电池的正极材料是碳棒，右图为原电池，正极材料是铜单质，两者正极材料不同，故 A 说法正确；

B. 干电池中  $\text{MnO}_2$  应作氧化剂，Mn 的化合价降低，故 B 说法错误；

C. 所给装置中 Zn 为负极，Zn 失去电子，故 C 说法正确；

D. 根据自放电现象的定义，Zn 与稀硫酸能够发生反应，即原电池中 Zn 与稀硫酸存在自放电现象，故 D 说法正确；

故选 B。

7. 【答案】 D

【详解】 A.  $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液中  $\text{CO}_3^{2-}$  发生两步水解产生  $\text{HCO}_3^-$  和  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ，根据物料守恒

$c(\text{Na}^+) = 2[c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{CO}_3^{2-})]$ ，故 A 错误；

B.  $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_4\text{Cl}$  溶液中  $\text{NH}_4^+$  部分水解产生  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  和  $\text{H}^+$ ，溶液中：

$c(\text{Cl}^-) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$ ，故 B 错误；

C.  $\text{CH}_3\text{COOH}$ 、 $\text{CH}_3\text{COONa}$  混合溶液的  $\text{pH} < 7$ ，说明  $\text{CH}_3\text{COOH}$  的电离程度大于  $\text{CH}_3\text{COONa}$  的水解程度，则混合溶液中  $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{Na}^+)$ ，故 C 错误；

D.  $\text{NH}_4\text{Cl}$  是强电解质，在水溶液中完全电离出  $\text{NH}_4^+$  和  $\text{Cl}^-$ ， $\text{NH}_4^+$  有很少一部分发生水解； $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  是弱碱，电离程度很小，溶液中  $\text{NH}_4^+$  很小，所以  $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_4\text{Cl}$  溶液和  $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  相比， $c(\text{NH}_4^+)$  前者大于后者，故 D 正确；

故选 D。

8. 【答案】 B



【详解】A. NaCl 属于盐，为强电解质，电离方程式为： $\text{NaCl}=\text{Na}^++\text{Cl}^-$ ，故 A 正确；

B. 用惰性电极电解氯化铜溶液的总反应为： $\text{CuCl}_2 \xrightarrow{\text{电解}} \text{Cu}+\text{Cl}_2 \uparrow$ ，故 B 错误；

C. 依据图象可知温度较高时，平衡向着生成二氧化氮的反向移动，由勒夏特列原理可知，温度升高，平衡朝着吸热方向移动，可知  $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \Delta H < 0$ ，故 C 正确；

D. 由图象可知反应物的能量高于生成物的能量是放热反应，因而  $\text{H}_2(\text{g})+\text{Cl}_2(\text{g})=2\text{HCl}(\text{g}) \Delta H < 0$ ，故 D 正确；

故选：B。

9. 【答案】D

【详解】A. 设甲容器中平衡时反应掉的二氧化碳的浓度为  $x\text{mol/L}$ ，根据  $K=\frac{x^2}{(0.1-x)^2}=1$ ，得  $x=0.05$ ，

所以  $\text{CO}_2$  的转化率为 50%， $\text{H}_2$  的转化率也是 50%，故 A 正确；

B. 设乙容器中平衡时反应掉的二氧化碳的浓度为  $x\text{mol/L}$ ，则  $K=\frac{x^2}{(0.1-x)(0.2-x)}=1$ ；设丙容器中平衡

时反应掉的氢气的浓度为  $y\text{mol/L}$ ，则  $K=\frac{y^2}{(0.1-y)(0.2-y)}=1$ ，所以  $x=y$ ，乙中  $\text{CO}_2$  的转化率等于丙中

$\text{H}_2$  的转化率，故 B 正确；

C. 该反应是气体体积前后不变的反应，压强对平衡没有影响，丙的起始浓度为甲的 2 倍，成比例，所以甲和丙为等效平衡，由 A 的分析可知，平衡时甲容器中  $c(\text{CO}_2)$  是  $0.05\text{mol/L}$ ，而甲和丙为等效平衡，但丙的起始浓度为甲的两倍，所以平衡时，丙中  $c(\text{CO}_2)$  是  $0.1\text{mol/L}$ ，则丁中各物质的物质的量均为  $0.1\text{mol/L}$ ，故 C 正确；

D. 由 C 可知，甲中  $c(\text{H}_2)=0.05\text{mol/L}$ ，丁中  $c(\text{H}_2)=0.1\text{mol/L}$ ，乙容器相当于在甲的基础上再充入  $\text{CO}_2$ ，平衡正向移动， $c(\text{H}_2)$  减小，甲、乙、丁中  $c(\text{H}_2)$  关系为乙 < 甲 < 丁，故 D 错误；

故选 D。

10. 【答案】D

【详解】A. 由图可知， $\text{NH}_3$  在过程①中变为  $\text{NH}_2$ ， $\text{NH}_2$  在过程②中变为  $\text{NH}$ ，则过程①②均有 N—H 键断裂，故 A 正确；

B. 由图可知， $\text{NH}$  失去电子结合  $\text{OH}^-$ ，转变为 N 和  $\text{H}_2\text{O}$ ，则过程③的电极反应式为： $\text{NH}-\text{e}^-+\text{OH}^-=\text{N}+\text{H}_2\text{O}$ ，故 B 正确；

C. 过程④中形成  $\text{N}\equiv\text{N}$  键，则过程④中有非极性键形成，故 C 正确；

D. 使用催化剂该反应的焓变不变，可以改变活化能，故 D 错误；

故选 D。

11. 【答案】C

【分析】由图可知，电极 a 为负极，电极反应式为  $\text{H}_2-2\text{e}^-+2\text{OH}^-=2\text{H}_2\text{O}$ ，电极 b 为正极，电极反应式为

$O_2 + 4e^- + 2H_2O = 4OH^-$ , 据此作答。

【详解】A. 电极 a 上氢元素失电子价态升高, 故电极 a 为负极, 故 A 正确;

B. 电极 b 为正极, 电极反应式为  $O_2 + 4e^- + 2H_2O = 4OH^-$ , 故 B 正确;

C. 原电池工作时, 阴离子向负极移动, 故 C 错误;

D. 氢氧燃料电池能量转化率高, 可提高能源利用率, 故 D 正确;

故答案选 C。

12. 【答案】D

【分析】

【详解】A.  $Q_c(\text{浓度商}) > K_{sp}$  时有沉淀生成, 所以①中产生白色沉淀的原因是

$c(Ag^+) \cdot c(SCN^-) > K_{sp}(AgSCN)$ , 故 A 正确;

B. 难溶固体存在沉淀溶解平衡, ①中有  $AgSCN$  固体, 存在平衡:  $AgSCN(s) \rightleftharpoons Ag^+(aq) + SCN^-(aq)$ ,

故 B 正确;

C.  $Fe^{3+}$  遇  $SCN^-$  溶液变红, ②中无明显变化是因为溶液中的  $c(SCN^-)$  过低, 故 C 正确;

D. ②中溶液不变红, ③中溶液变红, 说明③中  $c(SCN^-)$  增大, 存在

$AgSCN(s) + I^- \rightleftharpoons AgI(s) + SCN^-(aq)$  反应, 能证明  $AgSCN$  向  $AgI$  沉淀转化反应的发生, 故 D 错误;

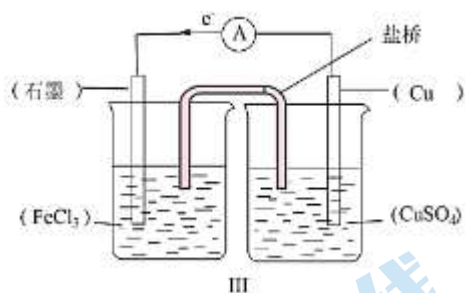
选 D。

二、填空题: 本大题共 3 小题, 共 40 分。

13. 【答案】(1) ①.  $2NaCl + 2H_2O \xrightarrow{\text{电解}} 2NaOH + H_2 \uparrow + Cl_2 \uparrow$  ②. 正 ③.

$2H_2O + 2e^- = H_2 \uparrow + 2OH^-$  ④.  $Na^+$

(2) ①. F ②.  $Cu - 2e^- = Cu^{2+}$



(3) ①.

②. 负极: 铜片溶解变薄,  $CuSO_4$  溶液蓝色加深; 正

极:  $FeCl_3$  溶液黄色变浅, 溶液甚至转化为浅绿色

【分析】(1) 电解饱和食盐水在阳极产生氯气, 阴极产生氢气和氢氧化钠, 根据产生气体确定正负极, 为了避免生成的氯气与氢氧化钠反应, 所以装置中离子交换膜为阳离子交换膜;

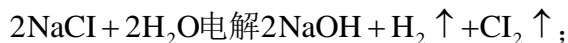
(2) 电镀时待镀的镀件与电源负极相连作阴极, 镀层金属与电源正极相连作阳极, 含有镀层金属离子的溶液作电解质;

(3) 设计双液原电池, 两种电解质溶液用盐桥连接, 石墨电极作正极时溶液中铁离子发生还原反应, 铜与同种金属离子盐溶液作负极, 两种电解质溶液用氯化钾盐桥连接, 根据图中电子转移方向由负到正, 确

定装置左边是正极右边是负极。

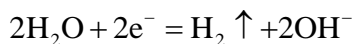
【小问 1 详解】

①电解饱和食盐水生成氢氧化钠和氯气和氢气，反应的化学方程式为



②由图可知，电极 a 产生氯气，发生氧化反应，所以电极 a 为电解池阳极与电源的正极相连；

③电极 b 在氢氧化钠溶液中发生还原反应产生氢气，所以电极 b 的电极反应式为



④电解饱和食盐水在阳极产生氯气，阴极产生氢气和氢氧化钠，为了避免生成的氯气与氢氧化钠反应，所以装置中离子交换膜为阳离子交换膜，主要允许  $\text{Na}^+$  通过；

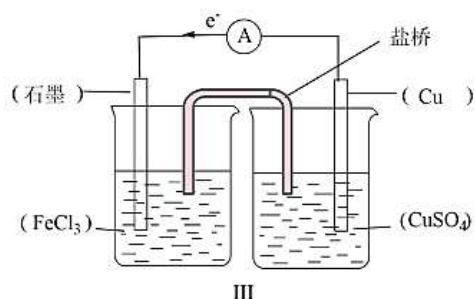
【小问 2 详解】

①电镀时待镀的镀件与电源负极相连作阴极，镀层金属与电源正极相连作阳极，含有镀层金属离子的溶液作电解质，装置 II 的实验目的是在铁棒上镀铜，故铁棒为 F；

②另一电极用于及时补充消耗的镀层物质，阳极反应为  $\text{Cu} - 2\text{e}^- = \text{Cu}^{2+}$ ；

【小问 3 详解】

①装置 III 利用  $\text{Fe}^{3+}$  与 Cu 发生的反应  $\text{Cu} + 2\text{Fe}^{3+} = \text{Cu}^{2+} + 2\text{Fe}^{2+}$ ，设计一个可正常工作的电池，故两个电极为 Cu 和石墨棒，电解质溶液分别为  $\text{CuSO}_4$  溶液和  $\text{FeCl}_3$  溶液，负极电极反应为  $\text{Cu} - 2\text{e}^- = \text{Cu}^{2+}$ ，正极电极反应为  $\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$ ，并用 KCl 盐桥形成闭合回路，根据电子向左边电极移动，所以装置 III 左边为正极材料石墨和氯化铁溶液，装置 III 右边为负极材料铜片和硫酸铜溶液，故原电池装置图为



②故电池工作一段时间后的现象为负极:铜片溶解变薄， $\text{CuSO}_4$  溶液蓝色加深；正极: $\text{FeCl}_3$  溶液黄色变浅，溶液甚至转化为浅绿色。

14. 【答案】(1) ①. 粉碎、加热 ②.  $\text{Co}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  ③.  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  ④. 9 ⑤. 将  $\text{Mn}^{2+}$  转化为  $\text{MnO}_2$ ，除去  $\text{Mn}^{2+}$  杂质，提高产物纯度

(2) ①. 滴入半滴 EDTA 后，溶液由蓝(紫)色变为红色，且半分钟内不变色 ②.  $\frac{238cv}{1000m} \times 100\%$

【分析】根据流程图分析，钴矿石的主要成分有  $\text{CoO}$ 、 $\text{MnO}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  和  $\text{SiO}_2$  等，粉碎后加入浓硫酸加热，溶液 1 中含有  $\text{CoSO}_4$ 、 $\text{MnSO}_4$ 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ，沉淀为难溶的  $\text{SiO}_2$ ；溶液 1 中加入  $\text{NaOH}$  溶液调节 pH，根据题给信息中金属离子沉淀的 pH 知，沉淀 2 为  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀，溶液 2 中含有  $\text{CoSO}_4$ 、 $\text{MnSO}_4$ ；溶液 2 中加入氨水和  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液， $\text{Co}^{2+}$  被氧化为  $\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{3+}$ ，同时  $\text{Mn}^{2+}$  转化为  $\text{MnO}_2$ ，此时溶液 3 中含有阳离子为

$\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{3+}$ ，加入稀盐酸生成  $\text{CoCl}_2$ ，据此分析解答。

【小问 1 详解】

①上述矿石溶解过程中，粉碎、加热均能够加快化学反应速率，故答案为：粉碎或加热；

②钴矿石粉碎后加入浓硫酸加热，溶液 1 中含有  $\text{CoSO}_4$ 、 $\text{MnSO}_4$ 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ，溶液 1 中阳离子包括  $\text{H}^+$ 、 $\text{Mn}^{2+}$  和  $\text{Co}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ ，故答案为： $\text{Co}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ ；

③已知  $\text{pH}=2.8$  时溶液中  $\text{Fe}^{3+}$  完全沉淀，溶液 1 中加入  $\text{NaOH}$  溶液调节  $\text{pH}$ ，根据题给信息中金属离子沉淀的  $\text{pH}$  知，沉淀 2 为  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀，溶液 2 中含有  $\text{CoSO}_4$ 、 $\text{MnSO}_4$ ，故答案为： $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ；

④溶液 2 中含有  $\text{Co}^{2+}$  和  $\text{Mn}^{2+}$ 。

i.  $25^\circ\text{C}$  时  $K_{\text{sp}}[\text{Co}(\text{OH})_2] \approx 1 \times 10^{-15} = c(\text{Co}^{2+}) \times c^2(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-5} \times c^2(\text{OH}^-)$ ，可得  $c(\text{OH}^-) = \frac{1 \times 10^{-15}}{1 \times 10^{-5}} \text{ mol/L} = 10^{-5}$

$\text{mol/L}$ ，此时  $\text{pH}=9$ ，当  $\text{pH}=9$  时  $\text{Co}^{2+}$  完全沉淀，由此可知，通过调节  $\text{pH}$  无法将  $\text{Mn}^{2+}$  和  $\text{Co}^{2+}$  完全分离，故答案为：9；

ii. 溶液 2 中加入氨水和  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液的目的是将  $\text{Mn}^{2+}$  转化为  $\text{MnO}_2$ ，除去  $\text{Mn}^{2+}$  杂质，提高产物纯度，故答案为：将  $\text{Mn}^{2+}$  转化为  $\text{MnO}_2$ ，除去  $\text{Mn}^{2+}$  杂质，提高产物纯度；

【小问 2 详解】

$\text{Co}^{2+}$  与  $\text{SCN}^-$  反应生成蓝色的  $\text{Co}(\text{SCN})_4^{2-}$ ； $\text{Co}^{2+}$  与  $\text{EDTA}$  以物质的量比 1:1 反应，得到红色溶液；后者的反应程度大于前者，滴定终点时的现象是滴入半滴  $\text{EDTA}$  后，溶液由蓝（紫）色变为红色，且半分钟内不变色； $\text{Co}^{2+}$  与  $\text{EDTA}$  以物质的量比 1:1 反应，根据钴元素守恒可得  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} \sim \text{Co}^{2+} \sim \text{EDTA}$ ，则

$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  的质量 =  $c \text{ mol/L} \times V \times 10^{-3} \text{ L} = cV \times 10^{-3} \text{ mol}$ ，产品中  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  的质量分数为

$\frac{cV \times 10^{-3} \text{ mol} \times 238 \text{ g/mol}}{\text{mg}} \times 100\% = \frac{238cV}{1000m} \times 100\%$ ，故答案为：滴入半滴  $\text{EDTA}$  后，溶液由蓝（紫）色

变为红色，且半分钟内不变色； $\frac{238cV}{1000m} \times 100\%$ 。

15. 【答案】 ①.  $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3$ ， $2 \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{H}_2\text{SO}_4$  ②.  $\text{SO}_2 + 2\text{OH}^- = \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$  ③. 酸 ④.

$\text{HSO}_3^-$  存在： $\text{HSO}_3^- \rightleftharpoons \text{SO}_3^{2-} + \text{H}^+$  和  $\text{HSO}_3^- + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{OH}^-$ ， $\text{HSO}_3^-$  的电离程度强于水解程度 ⑤. ab

⑥.  $\text{HSO}_3^- + \text{H}_2\text{O} - 2e^- = 3\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$  ⑦.  $\text{H}^+$  在阴极得电子生成  $\text{H}_2$ ，溶液中的  $c(\text{H}^+)$  降低，促使  $\text{HSO}_3^-$  电离生成  $\text{SO}_3^{2-}$ ，且  $\text{Na}^+$  进入阴极室，吸收液得以再生

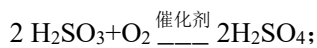
【分析】(1)  $\text{SO}_2$  在空气中被氧气氧化为  $\text{SO}_3$ ， $\text{SO}_3$  和水反应生成硫酸，也可以是  $\text{SO}_2$  先和水反应生成亚硫酸，亚硫酸被氧气氧化为硫酸。

(2) 少量的  $\text{SO}_2$  和  $\text{NaOH}$  溶液反应生成  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 。

(3) 根据  $n(\text{SO}_3^{2-}) : n(\text{HSO}_3^-) = 1:91$  时溶液的  $\text{pH}=6.2$  可知  $\text{NaHSO}_3$  溶液显酸性，原因是  $\text{HSO}_3^-$  的电离程度大于其水解程度。根据电荷守恒、和表中数据可判断浓度关系。

(4) 电解池中，阳极是  $\text{HSO}_3^-$  失去电子生成  $\text{SO}_4^{2-}$ ，同时生成  $\text{H}^+$ ，导致稀硫酸浓度增大，在阴极是水电离的  $\text{H}^+$  得到电子生成氢气，溶液中  $\text{OH}^-$  浓度增大，和  $\text{HSO}_3^-$  反应生成  $\text{SO}_3^{2-}$ ，且  $\text{Na}^+$  进入阴极室，使吸收液得以再生。

【详解】(1)  $\text{SO}_2$  形成硫酸型酸雨时，二氧化硫和空气中的水、氧气反应得到硫酸： $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3$ ，



(2) 二氧化硫被氢氧化钠溶液吸收制备亚硫酸钠溶液时： $\text{SO}_2 + 2\text{OH}^- = \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ；

(3) 根据表中数据，可知， $n(\text{SO}_3^{2-}) : n(\text{HSO}_3^-) = 1 : 91$  时，溶液的 pH 值为酸性，故  $\text{NaHSO}_3$  溶液显酸性，在亚硫酸氢钠溶液中  $\text{HSO}_3^-$  存在： $\text{HSO}_3^- \rightleftharpoons \text{SO}_3^{2-} + \text{H}^+$  和  $\text{HSO}_3^- + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{OH}^-$ ， $\text{HSO}_3^-$  的电离程度强于水解程度，故溶液呈酸性。当吸收液呈中性时，溶液中的  $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$ ，由于溶液中存在着电荷守恒，故  $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = 2c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{HSO}_3^-) + c(\text{OH}^-)$ ，可推出： $c(\text{Na}^+) = 2c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{HSO}_3^-)$ ，a 正确；由于  $n(\text{SO}_3^{2-}) : n(\text{HSO}_3^-) = 1 : 1$  时，溶液的 pH 值为 7.2，故中性时一定有  $c(\text{HSO}_3^-) > c(\text{SO}_3^{2-})$ ，可推出： $c(\text{Na}^+) > c(\text{HSO}_3^-) > c(\text{SO}_3^{2-}) > c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$ ，b 正确；c 不符合电荷守恒。故选 ab。

(4) 根据电解槽所示的变化，可知  $\text{HSO}_3^-$  在阳极放电的电极反应式是： $\text{HSO}_3^- + \text{H}_2\text{O} - 2\text{e}^- = 3\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ ； $\text{H}^+$  在阴极得电子生成  $\text{H}_2$ ，溶液中的  $c(\text{H}^+)$  降低，促使  $\text{HSO}_3^-$  电离生成  $\text{SO}_3^{2-}$ ，且  $\text{Na}^+$  进入阴极室，吸收液得以再生。

## 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 50W+，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千场，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。

推荐大家关注北京高考在线网站官方微信公众号：**京考一点通**，我们会持续为大家整理分享最新的高中升学资讯、政策解读、热门试题答案、招生通知等内容！

