

专题 02 化学常用计量

内容概览

01 专题网络·思维脑图

02 考情分析·解密高考

03 高频考点·以考定法

考点一 一定物质的量浓度溶液的配制

【高考解密】

命题点 01 一定物质的量浓度溶液的配制

命题点 02 物质的量浓度及相关计算

【技巧解密】

【考向预测】

考点二 以物质的量为中心的多角度计算

【高考解密】

命题点 01 有关化学反应速率和化学平衡的相关计算

命题点 02 有关工艺流程的相关计算

命题点 03 有关水溶液中离子平衡的相关计算

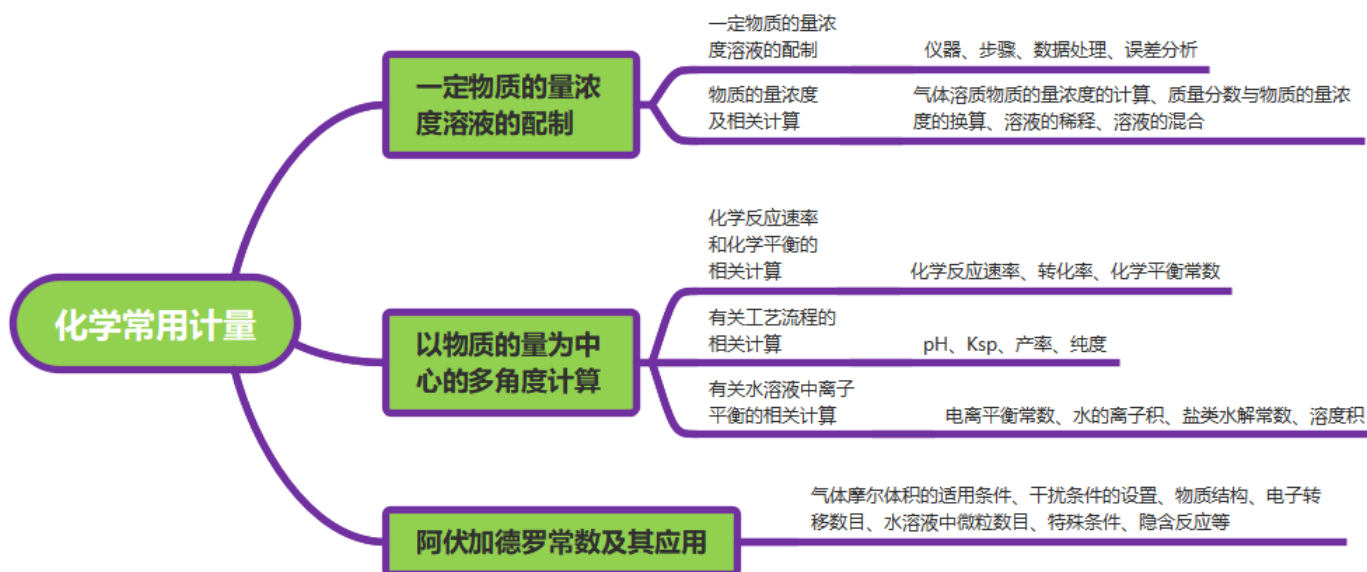
【技巧解密】

【考向预测】

04 核心素养·微专题

微专题 阿伏加德罗常数的六大陷阱

01 专题网络·思维脑图



02 考情分析·解密高考

考点	考查内容	考情预测
一定物质的量浓度溶液的配制	仪器、步骤、数据处理、误差分析	以选择题或主观题考查一定物质的量浓度溶液的配制的仪器、步骤、数据处理、误差分析。
以物质的量为中心的多角度计算	1. 化学反应速率和化学平衡的相关计算 2. 有关工艺流程的相关计算 3. 有关水溶液中离子平衡的相关计算	1. 以化学原理题、工艺流程等主观题考查计算化学反应速率、化学平衡常数、转化率； 2. 以选择题的形式考查水溶液中四大常数的计算。
阿伏加德罗常数及其应用	以阿伏加德罗常数为载体考查物质结构、氧化还原反应、电离、水解等知识	以选择题的形式考查关于阿伏加德罗常数的正误判断、气体摩尔体积的概念；

考点一 一定物质的量浓度溶液的配制

►► 高考解密 ◀◀

命题点 01 配制溶液使用的仪器

典例 01 (2023·全国卷) 实验室将粗盐提纯并配制 $0.1000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 NaCl 溶液。下列仪器中，本实验必须用到的有

①天平 ②温度计 ③坩埚 ④分液漏斗 ⑤容量瓶 ⑥烧杯 ⑦滴定管 ⑧酒精灯

A. ①②④⑥ B. ①④⑤⑥ C. ②③⑦⑧ D. ①⑤⑥⑧

【答案】D

【解析】 实验室将粗盐提纯时，需要将其溶于一定量的水中，然后将其中的硫酸根离子、钙离子、镁离子依次用稍过量的氯化钡溶液、碳酸钠溶液和氢氧化钠溶液除去，该过程中有过滤操作，需要用到烧杯、漏斗和玻璃棒；将所得滤液加适量盐酸酸化后蒸发结晶得到较纯的食盐，该过程要用到蒸发皿和酒精灯；用提纯后得到的精盐配制溶液的基本步骤有称量、溶解、转移、洗涤、定容、摇匀等操作，需要用到天平、容量瓶、烧杯、玻璃棒、胶头滴管等。综上所述，本实验必须用到的有①天平、⑤容量瓶、⑥烧杯、⑧酒精灯，因此本题选 D。

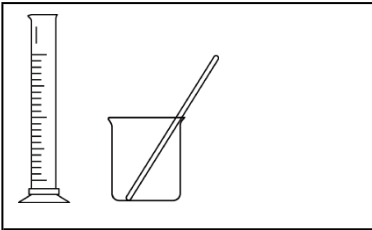
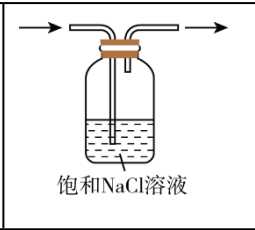
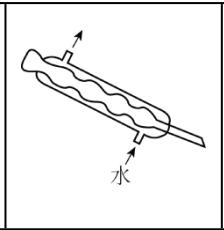
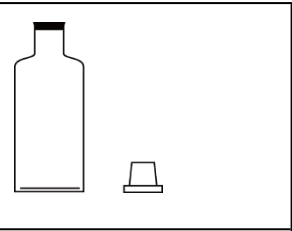
典例 02 (2021·山东卷) 为完成下列各组实验，所选玻璃仪器和试剂均准确、完整的是(不考虑存放试剂的容器)

	实验目的	玻璃仪器	试剂
A	配制 100mL 一定物质的量浓度的 NaCl 溶液	100mL 容量瓶、胶头滴管、烧杯、量筒、玻璃棒	蒸馏水、NaCl 固体
B	制备 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体	烧杯、酒精灯、胶头滴管	蒸馏水、饱和 FeCl_3 溶液
C	测定 NaOH 溶液浓度	烧杯、锥形瓶、胶头滴管、酸式滴定管	待测 NaOH 溶液、已知浓度的盐酸、甲基橙试剂
D	制备乙酸乙酯	试管、量筒、导管、酒精灯	冰醋酸、无水乙醇、饱和 Na_2CO_3 溶液

【答案】AB

【解析】A. 配制 100mL 一定物质的量浓度的 NaCl 溶液的步骤为：计算、称量、溶解、转移、洗涤、定容、摇匀等，需要的仪器有：托盘天平、药匙、烧杯、量筒、玻璃棒、100mL 容量瓶、胶头滴管等，选项中所选玻璃仪器和试剂均准确，A 符合题意；B. 往烧杯中加入适量蒸馏水并加热至沸腾，向沸水滴加几滴饱和氯化铁溶液，继续煮沸至溶液呈红褐色停止加热，得到氢氧化铁胶体，所选玻璃仪器和试剂均准确，B 符合题意；C. 用标准稀盐酸溶液滴定待测氢氧化钠溶液可测定出氢氧化钠的浓度，取待测液时需选取碱式滴定管，酸式滴定管则盛装标准盐酸溶液，所以所选仪器还应有碱式滴定管，C 不符合题意；D. 制备乙酸乙酯时需要用浓硫酸作催化剂和吸水剂，所选试剂中缺少浓硫酸，D 不符合题意；故选 AB。

典例 03 (2020·天津卷) 下列实验仪器或装置的选择正确的是

			
配制 50.00mL 0.1000mol · L ⁻¹ Na ₂ CO ₃ 溶液	除去 Cl ₂ 中的 HCl	蒸馏用冷凝管	盛装 Na ₂ SiO ₃ 溶液的 试剂瓶
A	B	C	D

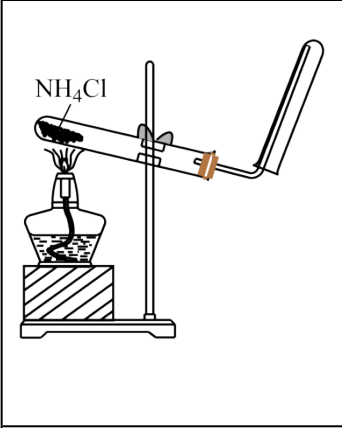
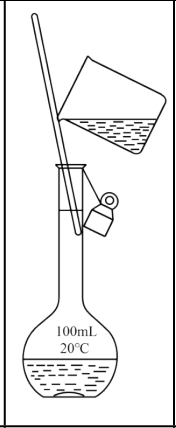
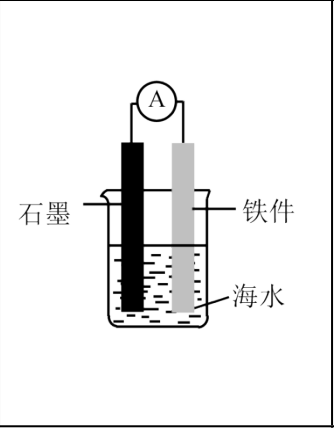
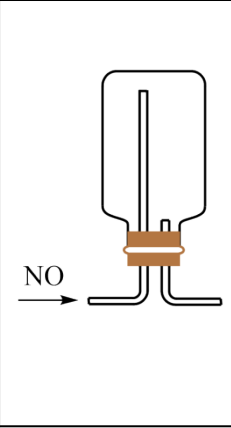
【答案】B

【解析】A. 配制 50.00mL 0.1000mol · L⁻¹Na₂CO₃ 溶液需要用容量瓶，不能使用量筒配置溶液，故 A 错误；B. 除去氯气中的氯化氢气体使用饱和氯化钠溶液，可以吸收氯化氢气体，根据氯气在水中的反应： $Cl_2 + H_2O \rightleftharpoons H^+ + Cl^- + HClO$ ，饱和氯化钠溶液中的氯离子使氯气溶于水的平衡逆向移动，降低氯气在水中的溶解度，洗气瓶长进短出，利于除杂，故 B 正确；C. 蒸馏要使用直形冷凝管，接水口下口进上口出，球形冷凝管一般作反应装置，故 C 错误；D. 硅酸钠溶液呈碱性，硅酸钠溶液是一种矿物胶，能将玻璃塞与试剂瓶的瓶口粘在一起，盛装 Na₂SiO₃ 溶液的试剂瓶不能使用玻璃塞，应使用橡胶塞，故 D 错误。答案选 B。

命题点 02 配制溶液的操作步骤

典例 01 (2023·重庆卷) 下列实验装置或操作能够达到实验目的的是

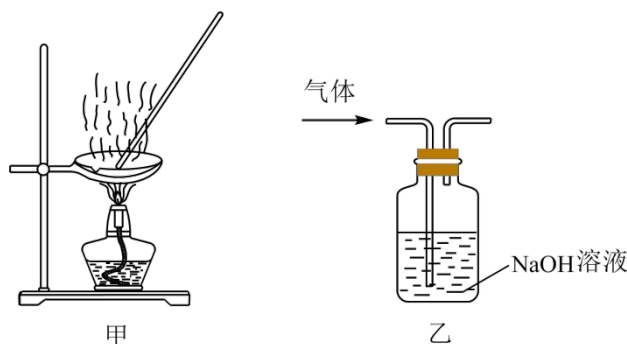
A	B	C	D
---	---	---	---

			
制取 NH_3	转移溶液	保护铁件	收集 NO

【答案】B

【解析】A. 氯化铵受热分解为氨气和氯化氢，两者遇冷又会生成氯化铵，不适合制取氨气，A 不符合题意；
 B. 转移溶液时玻璃棒应该伸入容量瓶刻度线以下，正确，B 符合题意；
 C. 保护铁件应该连接比铁更活泼的金属使得铁被保护，而不是连接惰性电极石墨，C 不符合题意；
 D. NO 会与空气中氧气反应，不适合排空气法收集，D 不符合题意；故选 B。

典例 02 (2019·江苏卷) 下列实验操作能达到实验目的的是



- A. 用经水湿润的 pH 试纸测量溶液的 pH
 B. 将 4.0 g NaOH 固体置于 100 mL 容量瓶中，加水至刻度，配制 $1.000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液
 C. 用装置甲蒸干 AlCl_3 溶液制无水 AlCl_3 固体
 D. 用装置乙除去实验室所制乙烯中的少量 SO_2

【答案】D

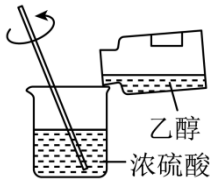
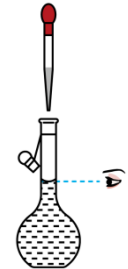
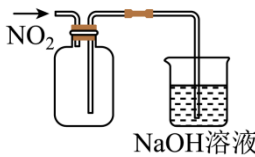
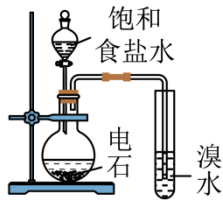
【分析】此题考查基本实验操作，根据溶液 pH 的测量、物质的量浓度溶液的配制、盐类水解的应用、物质除杂的原则作答。

【解析】A. 用水湿润的 pH 试纸测量溶液的 pH 所测为稀释液的 pH，不是原溶液的 pH，实验操作错误，不能达到实验目的，A 项错误；
 B. 配制物质的量浓度的溶液的实验步骤为：计算、称量（或量取）、溶解（或稀释）、冷却、转移及洗涤、定容、摇匀、装液，由于容量瓶上有容积、温度和唯一刻度线，若将氢氧化钠直接置于容量瓶中，加水后氢氧化钠溶于水会放热引起容量瓶的容积发生变化，引起实验误差，B 项错误

C. 在 AlCl_3 溶液中存在水解平衡： $\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3$

+3HCl, 若用甲装置蒸干氯化铝溶液, 由于 HCl 的挥发, 加热后水解平衡正向移动, 最终 AlCl_3 完全水解成氢氧化铝固体, 不能得到 AlCl_3 固体, C 项错误; D. SO_2 属于酸性氧化物, 能被 NaOH 溶液吸收, 乙烯与 NaOH 溶液不反应且乙烯难溶于水, 可通过盛有 NaOH 溶液的洗气瓶除去乙烯中少量的 SO_2 , D 项正确; 故选 D。

典例 03 (2019·天津卷) 下列实验操作或装置能达到目的的是

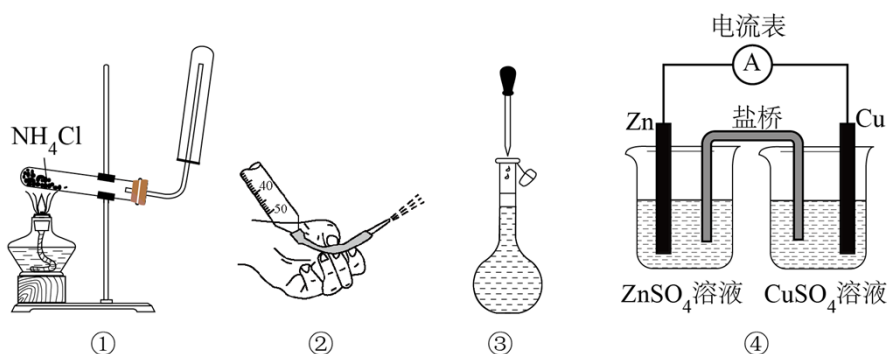
A	B	C	D
			
混合浓硫酸和乙醇	配制一定浓度的溶液	收集 NO_2 气体	证明乙炔可使溴水褪色

【答案】B

【解析】A、乙醇的密度小于浓硫酸, 混合时应将浓硫酸沿烧杯壁倒入乙醇中, 边倒边搅拌, 若顺序相反则容易引起液体飞溅, 故 A 不能达到目的; B、容量瓶上的刻度与凹液面的最低处相切, 胶头滴管垂直位于容量瓶的正上方, 故 B 能达到目的; C、二氧化氮的密度大于空气, 集气瓶中的导气管应长进短出, 故 C 不能达到目的; D、乙炔中的 H_2S 等杂质也能使溴水褪色, 应先通过一个盛碱液的洗气瓶将杂质除去, 故 D 不能达到目的; 故选 B。

命题点 03 配制溶液的数据处理和误差分析

典例 01 (2023·浙江卷) 下列说法正确的是



- 图①装置可用于制取并收集氨气
- 图②操作可排出盛有 KMnO_4 溶液滴定管尖嘴内的气泡
- 图③操作俯视刻度线定容会导致所配溶液浓度偏大
- 图④装置盐桥中阳离子向 ZnSO_4 溶液中迁移

【答案】C

【解析】A. 氯化铵受热分解生成氨气和氯化氢，遇冷又化合生成氯化铵，则直接加热氯化铵无法制得氨气，实验室用加热氯化铵和氢氧化钙固体的方法制备氨气，故 A 错误；B. 高锰酸钾溶液具有强氧化性，会腐蚀橡胶管，所以高锰酸钾溶液应盛放在酸式滴定管中，不能盛放在碱式滴定管中，故 B 错误；C. 配制一定物质的量浓度的溶液时，俯视刻度线定容会使溶液的体积偏小，导致所配溶液浓度偏大，故 C 正确；D. 由图可知，锌铜原电池中，锌电极为原电池的负极，铜为正极，盐桥中阳离子向硫酸铜溶液中迁移，故 D 错误，故选 C。

典例 02 (2020·浙江卷) 下列有关实验说法，不正确的是 ()

- A. 碱液不慎溅到手上，先用大量水冲洗，再用饱和硼酸溶液洗，最后用水冲洗
- B. KCl 和 MnO_2 的混合物经溶解、过滤，洗涤、干燥，可分离出 MnO_2
- C. 用容量瓶配制溶液，定容时若加水超过刻度线，立即用滴管吸出多余液体
- D. 火柴头的浸泡液中滴加 $AgNO_3$ 溶液，稀 HNO_3 和 $NaNO_2$ 溶液，可检验火柴头是否含有氯元素

【答案】C

【解析】A. 若皮肤不慎沾上少量碱液，应先用大量水冲洗，再用 2% 醋酸溶液或饱和硼酸溶液洗，避免皮肤受损，故 A 正确；B. 二氧化锰不溶于水，氯化钾可溶于水，所以混合物经溶解、过滤，洗涤、干燥，可分离出 MnO_2 ，故 B 正确；C. 滴管吸出的液体中含有溶质，因此会导致所配溶液浓度偏小，正确操作应该是重新配制，故 C 错误；D. 火柴头中含有 $KClO_3$ ，检验氯元素，应把 ClO_3^- 还原为 $4Cl^-$ ，酸性条件下， NO_2^- 具有还原性，向少量的火柴头浸泡液中滴加 $AgNO_3$ 、稀 HNO_3 和 $NaNO_2$ ，发生的离子反应为： $ClO_3^- + 3NO_2^- + Ag^+ = AgCl \downarrow + 3NO_3^-$ ，出现白色沉淀，证明含有氯元素，故 D 正确；故答案为 C。

典例 03 (2013·天津卷) 下列实验误差分析错误的是

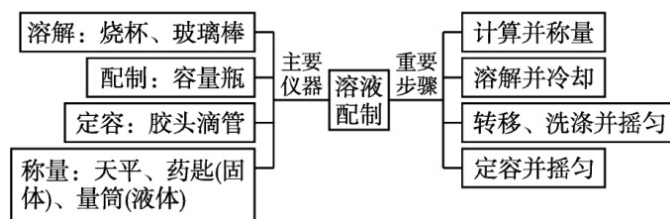
- A. 用湿润的 pH 试纸测稀碱液的 pH，测定值偏小
- B. 用容量瓶配制溶液，定容时俯视刻度线，所配溶液浓度偏小
- C. 滴定前滴定管内无气泡，终点读数时有气泡，所测体积偏小
- D. 测定中和反应的反应热时，将碱缓慢倒入酸中，所测温度值偏小

【答案】B

【解析】A. 湿润的 pH 试纸可以稀释碱液，溶液中氢氧根离子浓度减小，测定的溶液碱性减弱，测定值偏小，故 A 正确；B. 定容时俯视刻度线，导致所配溶液的体积偏小，结合 $c = \frac{n}{V}$ 可知，所配溶液的浓度偏大，故 B 错误；C. 滴定前滴定管内无气泡，终点读数时有气泡，气体占据液体应占有的体积，会导致所测溶液体积偏小，故 C 正确；D. 测定中和反应的反应热时，将碱缓慢倒入酸中，导致热量损失过大，所测温度值偏小，故 D 正确；故选 B。

►► 技巧解密 ◀◀

一、所需仪器及配制步骤：



(1) 配制溶液的六种仪器

托盘天平、量筒、烧杯、容量瓶（指定规格）、玻璃棒、胶头滴管。

(2) 配制溶液的八步操作

计算→称量(量取)→溶解(稀释)并冷却→转移→洗涤→定容→摇匀→装瓶并贴签。

【特别提醒】 溶液配制过程中，若有任何引起误差的操作均应重新配制。

(3) 容量瓶使用的两个“不能”

- ① 容量瓶是精确配制溶液的仪器，不能用于溶解、稀释和长时间贮存液体。
- ② 容量瓶的规格是固定的，不能配制任意体积的溶液，所配溶液的体积一定要与容量瓶的容积相同。

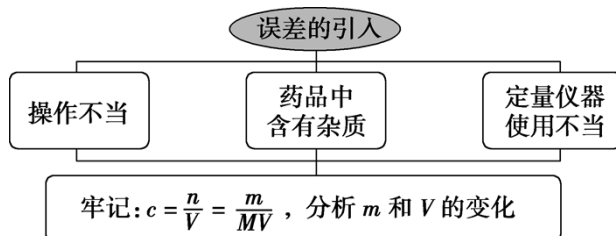
二、仪器使用：

(1) 仪器的选用要注意思维有序，从配制步骤角度排查还需要的仪器。

(2) 容量瓶使用的第一步操作是“检漏”。回答容量瓶时应指明规格,并选择合适的容量瓶,如配制 480 mL 溶液,应选用 500 mL 容量瓶。容量瓶不能用于溶解、稀释和存放液体,也不能作为反应容器。

(3) 玻璃棒的作用是搅拌和引流。用玻璃棒引流时，玻璃棒末端应插入刻度线以下并接触瓶壁，但玻璃棒不能接触瓶口。

三、根据表达式 $c_B = \frac{n_B}{V}$ 进行误差分析：



(1) 导致 c_B 偏低的错误操作：垫滤纸称量 NaOH 固体；左码右物(用游码)；称量时间过长(潮解)；洗涤或转移时溶液溅出；未洗涤烧杯及玻璃棒；超过刻度线时用滴管吸出液体；定容时仰视；定容摇匀后发现液面低于刻度线再加水。

(2) 导致 c_B 偏高的错误操作：砝码生锈；定容时俯视；未等溶液冷却至室温就转移并定容。

(3) 定容时俯视、仰视对结果的影响：务必确保按眼睛视线→刻度线→凹液面最低点的顺序，做到“三点一线”。① 仰视刻度线(图 1)，导致溶液体积偏大。

② 俯视刻度线(图 2)，导致溶液体积偏小。

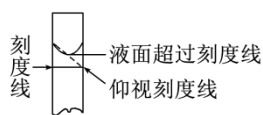


图 1

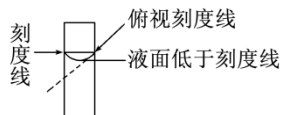
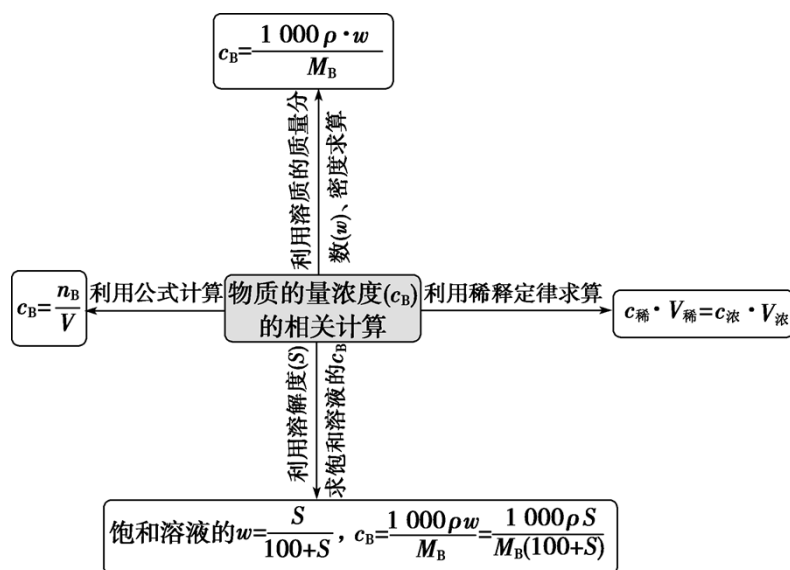


图 2

四、有关溶液的计算



(1) 熟练推导两种换算关系。

① 气体溶质物质的量浓度的计算。

标准状况下, 1 L 水中溶解某气体 V L, 所得溶液的密度为 $\rho \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 气体的摩尔质量为 $M \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 $c =$

$$\frac{1000\rho V}{22400 + MV} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

② 物质的量浓度与溶质质量分数之间的换算。

$c = \frac{1000\rho w}{M}$ (c 为溶质的物质的量浓度, 其单位是 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, ρ 为溶液的密度, 其单位是 $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$, w 为溶质的质量分数, M 为溶质的摩尔质量, 其单位是 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)。

(2) 理解两条规律。

① 稀释定律。

a. 如用 V_1 、 V_2 、 c_1 、 c_2 分别表示稀释前后溶液的体积和溶质的物质的量浓度, 有 $c_1 V_1 = c_2 V_2$ 。

b. 如用 m_1 和 m_2 、 w_1 和 w_2 分别表示稀释前后溶液的质量和溶质的质量分数, 有 $m_1 w_1 = m_2 w_2$ 。

② 混合规律。

计算或判断同一溶质不同浓度的溶液混合后溶质的质量分数时, 设溶质的质量分数分别为 w_1 和 w_2 的两溶液混合后所得溶液溶质的质量分数为 w 。

a. 两溶液等质量混合: $w = \frac{1}{2}(w_1 + w_2)$ 。

b. 两溶液等体积混合:

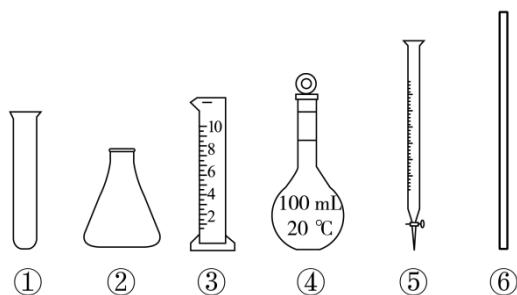
(a) 若溶液中溶质的密度大于溶剂的密度, 则 $w > \frac{1}{2}(w_1 + w_2)$, 如 H_2SO_4 溶液。

(b) 若溶液中溶质的密度小于溶剂的密度, 则 $w < \frac{1}{2}(w_1 + w_2)$, 如氨水、酒精溶液。

▶▶ 考向预测 ◀◀

考向 01 配制溶液使用的仪器

1. (2023·河北·校联考模拟预测) 下列关于仪器使用的说法正确的是



- A. ①②均可用于浓硫酸的稀释
 B. ③⑤仰视时，读数前者偏小后者偏大
 C. ⑤可用于量取10.00mL的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液
 D. ④⑥可用于配制10%NaCl溶液

【答案】B

【解析】A. 稀释浓硫酸要把浓硫酸倒入水中并用玻璃棒不断搅拌，试管口和锥形瓶口均太小，不能使用玻璃棒搅拌，且不利于散热，应该在烧杯中稀释浓硫酸，A项错误；B. 量筒的小刻度在下方，仰视时读数偏小，滴定管的零刻度在上方，仰视时读数偏大，B项正确；C. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液显碱性，不能用酸式滴定管盛装，C项错误；D. 配制10%NaCl溶液不需要容量瓶，D项错误；故选B。

2. (2023·四川凉山·统考三模) 为完成下列各组实验，所选玻璃仪器和试剂均正确、完整的是(非玻璃仪器任选；不考虑存放试剂的容器)

	实验	玻璃仪器	试剂
A	测定盐酸浓度	碱式滴定管、胶头滴管	NaOH 标准溶液、待测盐酸溶液、甲基橙试剂
B	制取并收集纯净干燥的氯气	圆底烧瓶、长颈漏斗、集气瓶	二氧化锰、浓盐酸、饱和食盐水、浓硫酸
C	用浓硫酸配制 480mL0.1mol/L 的稀硫酸	量筒、烧杯、玻璃棒、500mL 容量瓶、胶头滴管	18.4mol/L 的浓硫酸、蒸馏水
D	制备 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体	烧杯、酒精灯、胶头滴管	1mol/L 氢氧化钠溶液、1mol/L 氯化铁溶液

【答案】C

【解析】A. 以甲基橙为指示剂用氢氧化钠标准溶液测定盐酸浓度用到的仪器为酸式滴定管、碱式滴定管和锥形瓶，用不到胶头滴管，故 A 错误；B. 二氧化锰与浓盐酸共热反应制备制备氯气，则制备氯气所需的玻璃仪器为圆底烧瓶、分液漏斗和酒精灯，故 B 错误；C. 实验室没有 480mL 容量瓶，所以配制 480mL 0.1mol/L 的稀硫酸溶液时，应选用 500mL 容量瓶，由配制一定物质的量浓度溶液配制的步骤为计算、称量、溶解、移液、洗涤、定容、摇匀、装瓶可知，实验过程中需要用到的玻璃仪器为量筒、烧杯、玻璃棒、500mL 容量瓶、胶头滴管，故 C 正确；D. 氯化铁溶液在沸水中煮沸制得氢氧化铁胶体，则实验室制备氢氧化铁胶体需要的试剂为蒸馏水和 1mol/L 氯化铁溶液，不能选用 1mol/L 氢氧化钠溶液，否则制得的是氢氧化铁沉淀，故 D 错误；故选 C。

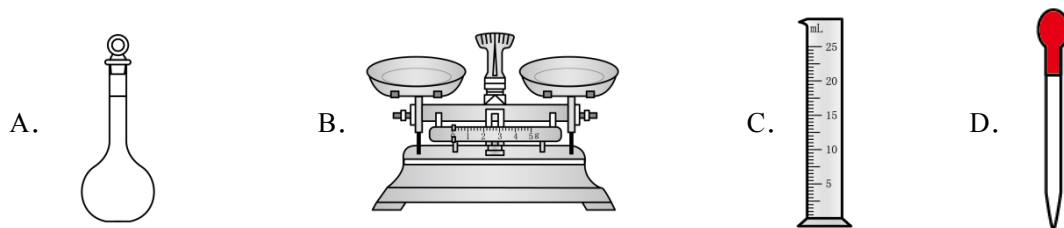
3. (2023·山东·潍坊一中校联考模拟预测) 为完成下列各组实验，所选实验器材和试剂均完整正确的是

选项	实验	实验器材	试剂
A	配制 100mL 一定物质的量浓度的 NaCl 溶液	100mL 容量瓶、胶头滴管、烧杯、量筒、玻璃棒	蒸馏水、NaCl 固体
B	测定酸碱滴定曲线	酸式滴定管、碱式滴定管、滴定管夹、烧杯、锥形瓶、铁架台	0.1000mol·L ⁻¹ NaOH 溶液、0.1000mol·L ⁻¹ 盐酸溶液、甲基橙
C	淀粉水解产物检验	试管、胶头滴管、酒精灯	淀粉溶液、10%NaOH 溶液、2%CuSO ₄ 溶液
D	证明 $K_{sp}(\text{CuS}) < K_{sp}(\text{ZnS})$	试管、胶头滴管	0.10mol·L ⁻¹ CuSO ₄ 溶液、0.10mol·L ⁻¹ ZnSO ₄ 溶液、1mol·L ⁻¹ Na ₂ S 溶液

【答案】D

【解析】A. 实验器材中缺少称量药品质量的天平、药匙，A 错误；B. 测定酸碱滴定曲线时需要 pH 计测定 pH 值，且指示剂用甲基橙误差较大，应用酚酞试剂，B 错误；C. 淀粉水解需要硫酸做催化剂，C 错误；D. 分别向等浓度的硫酸铜、硫酸锌溶液中加入硫化钠即可验证溶度积常数的大小，D 正确；故选 D。

4. (2022·浙江宁波·镇海中学校考模拟预测) 用已知密度的 98% 的浓硫酸配制 100mL 1.00mol/L 的硫酸溶液，下列仪器中不需要的是



【答案】B

【解析】浓硫酸配制 100mL 1.00mol/L 的硫酸溶液，需用量筒量取所需浓硫酸体积，然后加入有水的烧杯中

稀释，玻璃棒搅拌，冷却后引流至 100mL 容量瓶中，定容时先直接加水至刻度线一下 1-2cm 改用胶头滴管滴加至刻度线，因此用到的有 ACD，不需要天平。故 B 选；故选：B。

5. (2023·内蒙古赤峰·统考一模) 仅用下表提供的仪器(夹持仪器和试剂任选)不能达到相应实验目的的一项是

选项	实验目的	仪器
A	制取乙酸乙酯	铁架台、试管、酒精灯、导管
B	用浓硫酸配制 250mL 一定浓度的硫酸溶液	250mL 容量瓶、烧杯、玻璃棒、胶头滴管
C	用 CCl_4 萃取溴水中的溴	分液漏斗、烧杯
D	用盐酸除去 BaSO_4 中混有的少量 BaCO_3	漏斗、烧杯、玻璃棒、胶头滴管、滤纸

【答案】B

【解析】A. 制取乙酸乙酯的主要仪器为铁架台、试管、酒精灯和导管，能达到相应实验目的，A 项不符合题意；B. 用浓溶液来配制一定浓度的稀溶液所需的仪器有量筒、烧杯、玻璃棒、容量瓶和胶头滴管，题中缺少量筒，不能达到相应实验目的，B 项符合题意；C. 用 CCl_4 提取溴水中的 Br_2 ，操作为萃取分液，所需仪器为分液漏斗和烧杯，能达到相应实验目的，C 项不符合题意；D. 用盐酸除去 BaSO_4 中混有的少量 BaCO_3 ，需要的仪器有漏斗、烧杯、玻璃棒、胶头滴管、滤纸，能达到相应实验目的，D 项不符合题意；故选 B。

6. (2023·湖南衡阳·统考一模) 为完成下列各组实验，所选玻璃仪器和试剂均准确完整的是(不考虑存放试剂的容器)

	实验目的	玻璃仪器	试剂
A	组装实验室制乙烯的发生装置	圆底烧瓶、温度计、酒精灯、导管	浓硫酸、无水乙醇、碎瓷片
B	粗盐提纯中将最后所得的滤液蒸发结晶	表面皿、玻璃棒、酒精灯	粗盐提纯中最后所得的滤液
C	除去新制乙酸乙酯中的少量乙酸	分液漏斗、烧杯	混有乙酸的乙酸乙酯、饱和 NaOH 溶液
D	配制 100mL 一定物质的量浓度的稀硫酸	100mL 容量瓶、胶头滴管、烧杯、量筒、玻璃棒	蒸馏水

【答案】A

【解析】A. 实验室制备乙烯时，在圆底烧瓶中放入浓硫酸、无水乙醇和碎瓷片，将温度计的水银球伸入液面以下，用酒精灯进行加热，烧瓶口连接导管，A 项正确；B. 蒸发结晶要用到蒸发皿而不是表面皿，B 错误；C. 乙酸乙酯在碱性溶液中会发生水解，不能用饱和 NaOH 溶液进行乙酸的除杂，C 错误；D. 配制稀硫酸要用到蒸馏水和一定浓度的浓硫酸，D 项试剂缺少给定浓度的浓硫酸，D 错误。本题选 A。

考向 02 配制溶液的操作步骤

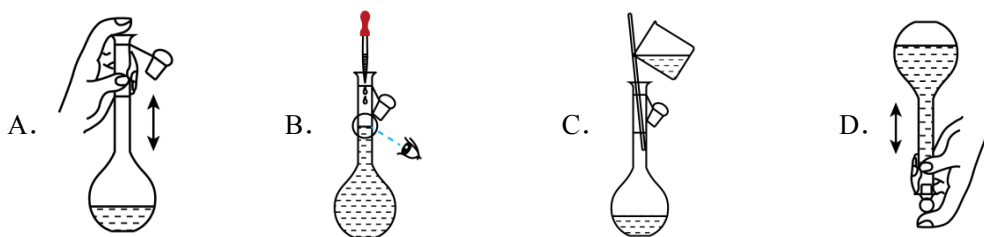
1. (2023·海南省直辖县级单位·统考模拟预测) 某化学实验小组在实验室中利用 NaOH 固体配制 250mL $0.5\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液。下列做法错误的是

- A. 在托盘天平上放置烧杯用于称取 5.0g NaOH 固体
- B. 选取规格为 250mL 的容量瓶, 并进行检漏
- C. 为防止 NaOH 变质, NaOH 固体溶解后立即转移至容量瓶中
- D. 定容、摇匀后, 液面低于刻度线时不再处理

【答案】C

【解析】A. 所需 NaOH 固体质量为 $m=nM=cVM=0.25\text{L}\times 0.5\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\times 40\text{g/mol}=5.0\text{g}$, 托盘天平的精确度为 0.1g, 故 A 正确; B. 配制 250mL 溶液, 则选择规格为 250mL 容量瓶需查漏才能使用, 故 B 正确; C. NaOH 固体溶解放热, 若趁热立即将溶液注入容量瓶中并定容, 体积偏小, 则结果导致所配溶液浓度偏高, 故 C 错误; D. 定容、摇匀后发现液面低于刻度线是因为部分溶液留在瓶壁上, 不需要再加水, 否则会导致所配溶液浓度偏低, 故 D 正确; 故答案为: C。

2. (2023·天津河西·统考二模) 用 5mol/L CH_3COOH 溶液配制 250mL 0.1mol/L 的 CH_3COOH 溶液, 下列有关实验操作正确的是

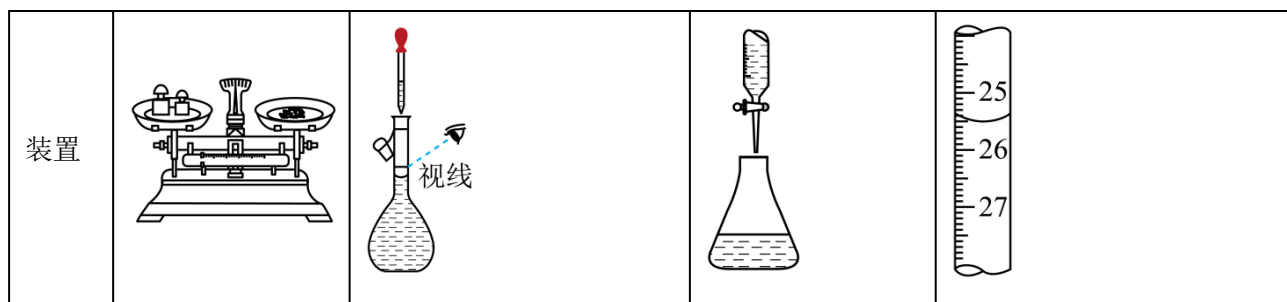


【答案】C

【解析】A. A 为容量瓶的振荡混合, 应塞上塞子, 颠倒摇匀, A 错误; B. 应该平视, B 错误; C. 转移溶液时用玻璃棒引流, C 正确; D. 上下颠倒摇匀应用右手拖住瓶底, D 错误; 故选 C。

3. (2022 上·河南安阳·高三统考阶段练习) 配制一定物质的量浓度的 KMnO_4 溶液, 并用其测定某未知浓度的 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液。完成以上实验所选择的装置正确的是。

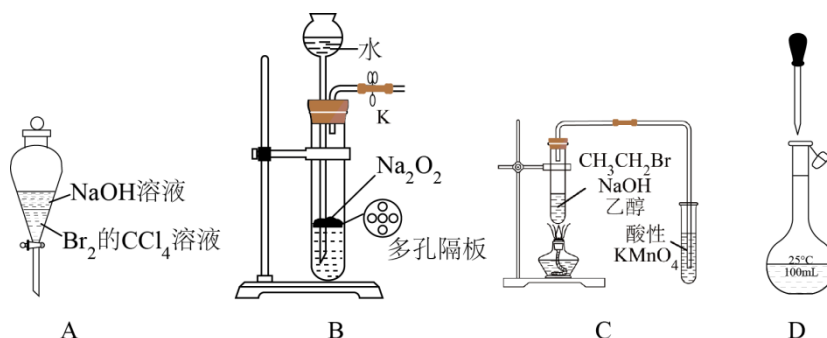
选项	A	B	C	D
实验	称量一定质量的 KMnO_4 固体	配制一定物质的量浓度的 KMnO_4 溶液定容操作	量取 20mL 未知浓度的草酸	用 KMnO_4 溶液滴定草酸滴定终点读数为 26.42mL



【答案】C

【解析】A. 高锰酸钾具有腐蚀性，应该在烧杯中称量，A 错误；B. 读数视线要与凹液面最低处保持水平，B 错误；C. 取草酸使用酸式移液管，C 正确；D. 由图可知，读数为 25.50mL，D 错误；故选 C。

4. (2023·重庆沙坪坝·重庆八中校考二模) 下列实验装置正确且能达到相应实验目的的是



A. 除 CCl_4 中的 Br_2

B. 制备少量 O_2

C. 证明溴乙烷发生消去反应

D. 配制一定物质的量浓度的溶液

【答案】A

【解析】A. 溴能与氢氧化钠溶液反应生成易溶于水的产物， CCl_4 与氢氧化钠溶液不相溶，且 CCl_4 密度大于氢氧化钠溶液，在下层，经分液可除去 CCl_4 中的 Br_2 ，A 符合题意；B. 过氧化钠粉末不能放置在多孔隔板上，上述装置不适合该反应，B 不符合题意；C. 乙醇受热易挥发，且具有还原性，也能使酸性高锰酸钾褪色，会干扰实验的测定，C 不符合题意；D. 当液面距离刻度线 1~2cm 处时才使用胶头滴管滴加水，D 不符合题意；故选 A。

5. (2023·河南郑州·统考三模) 化学是一门以实验为基础的自然学科。以下实验项目是高中化学课程标准规定的四个学生必做实验，依据所提供的实验药品和仪器能完成实验项目的是

	实验项目	实验药品	所用玻璃仪器
A	配制 100mL $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的氯化钠溶液	氯化钠固体、蒸馏水	100mL 容量瓶、烧杯、胶头滴管
B	探究 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 的氧化性和还原性	FeSO_4 溶液、 FeCl_3 溶液、氯水、KI 溶液、KSCN 溶液、锌片、淀粉溶液	试管、胶头滴管
C		铜片、稀 H_2SO_4 、浓 H_2SO_3 、 Na_2SO_3	试管、胶头滴管

	探究不同价态硫元素之间的转化	溶液、氯水、 Na_2S 溶液	
D	用化学沉淀法去除粗盐中的杂质离子	粗食盐水、 Na_2CO_3 溶液、 BaCl_2 溶液、 NaOH 溶液	烧杯、胶头滴管、试管表面皿、玻璃棒

【答案】B

【解析】A. 配制 $100\text{mL} 0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的氯化钠溶液需要的玻璃仪器有 100mL 容量瓶、烧杯、胶头滴管和玻璃棒，故 A 不符合题意；B. 探究 Fe^{2+} 的还原性，可以让 FeSO_4 溶液和氯水反应，用 KSCN 溶液检验生成的 Fe^{3+} ，探究 Fe^{2+} 的氧化性，可以让 FeSO_4 溶液和锌片反应观察锌片表面生成 Fe 单质，探究 Fe^{3+} 的氧化性，可以让 FeCl_3 溶液和 KI 溶液反应，用淀粉溶液检验生成的 I_2 ，依据所提供的实验药品和仪器能完成实验项目，故 B 符合题意；C. 铜不和稀硫酸反应，应该选用浓硫酸来探究不同价态硫元素之间的转化，故 C 不符合题意；D. 用化学沉淀法去除粗盐中的杂质离子需要的操作是过滤，所用玻璃仪器要包含漏斗，故 D 不符合题意；故选 B。

6. (2023·河北衡水·校联考二模) 利用下列实验装置及操作不能达到实验目的的是

A. 用 NaOH 溶液测定稀硫酸浓度	B. 配制溶液：向容量瓶中转移液体	C. 可用于洗涤 CaCO_3 表面的 Na_2CO_3	D. 测定中和反应反应热

【答案】B

【解析】A. NaOH 标准液滴定稀硫酸浓度， NaOH 选用碱式滴定管，可用酚酞做指示剂，可达到实验目的，故 A 不选；B. 转移溶液过程需要用玻璃棒引流，图示中缺少玻璃棒引流，因此不能达到目的，故 B 选；C. 洗涤沉底的方法是过滤后向过滤器中加水至没过沉淀，待水完全流尽后重复操作 2-3 次，图中操作可达到目的，故 C 不选；D. 中和热测定在量热器中进行，通过测定反应前后的温度变化确定中和热，图中装置可达到目的，故 D 不选；故选：B。

考向 03 配制溶液的数据处理和误差分析

1. (2023·辽宁沈阳·统考三模) 下列有关实验说法正确的是

- A. 易燃物钠、钾、白磷未用完，不能放回原试剂瓶
- B. 酸碱中和滴定实验中，滴至接近终点时，需改为半滴滴加

C. 定容时仰视刻度线导致所配的溶液浓度偏高

D. 向 CuSO_4 溶液中滴加氨水至沉淀溶解得深蓝色溶液，再加入乙醇无明显变化

【答案】B

【解析】A. 钠、钾与水反应生成氢气具有可燃性，白磷易自燃，则未用完需放回原瓶，故 A 错误；B. 滴至接近终点时，避免滴加液体过多，需改为半滴滴加，操作合理，故 B 正确；C. 定容时仰视刻度线，会使溶液的体积偏大，溶液的浓度偏低，故 C 错误；D. CuSO_4 溶液中滴加氨水至沉淀溶解得深蓝色溶液，生成硫酸四氨合铜，再加入乙醇，析出深蓝色的晶体，故 D 错误；故选 B。

2. (2023 上·山东滨州·高三山东省滨州市沾化区第一中学校联考开学考试) 某化学小组要配制 500mL 0.6mol/L 的 NaOH 溶液，下列实验操作会使所得溶液浓度偏低的是

- A. 用托盘天平称取 12.0g NaOH 固体时所用时间较长
- B. 向小烧杯中加水使氢氧化钠溶解并冷却至室温
- C. 把溶液转移到洗净但未干燥的容量瓶中，洗涤烧杯和玻璃棒 3 次并将洗涤液也转移到容量瓶中
- D. 定容过程观察容量瓶内液面是俯视刻度线

【答案】A

【解析】A. 由于 NaOH 固体易潮解，会吸收空气中水分，称得的质量是 NaOH 固体和水分的质量，NaOH 固体比 12.0g 要小一些，配制出的浓度偏低，故 A 符合题意；B. 向小烧杯中加水使氢氧化钠溶解并冷却至室温，对实验结果无影响，故 B 不符合题意；C. 把溶液转移到洗净但未干燥的容量瓶中，洗涤烧杯和玻璃棒 3 次并将洗涤液也转移到容量瓶中，定容过程中也要加水，容量瓶干燥与否，对结果无影响，故 C 不符合题意；D. 定容过程观察容量瓶内液面是俯视刻度线，溶液体积偏小，浓度偏大，故 D 不符合题意。

综上所述，答案为 A。

3. (2023 上·湖南衡阳·高三衡阳市一中校考) 以下实验操作会引起实验结果偏大的是 ()

- A. 容量瓶在使用前未干燥，里面有少量的蒸馏水
- B. 配制溶液的过程中，摇匀后，发现液面低于刻度线，用胶头滴管滴加蒸馏水至刻度线
- C. 配制溶液的过程中，定容后，发现液面高于刻度线，用胶头滴管吸出高于刻度线的溶液
- D. 配制溶液的过程中，定容时，俯视刻度线

【答案】D

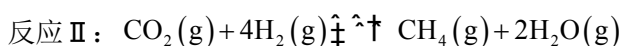
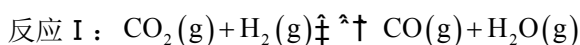
【解析】A. 容量瓶在使用前未干燥，里面有少量的蒸馏水，对结果无影响，故 A 不符合题意；B. 配制溶液的过程中，摇匀后，发现液面低于刻度线，用胶头滴管滴加蒸馏水至刻度线，溶液的体积偏多，浓度偏低，故 B 不符合题意；C. 配制溶液的过程中，定容后，发现液面高于刻度线，用胶头滴管吸出高于刻度线的溶液，吸出了溶质，则浓度偏低，故 C 不符合题意；D. 配制溶液的过程中，定容时，俯视刻度线，溶液体积减少，浓度偏高，故 D 符合题意。综上所述，答案为 D。

考点二 以物质的量为中心的多角度计算

►► 高考解密 ◀◀

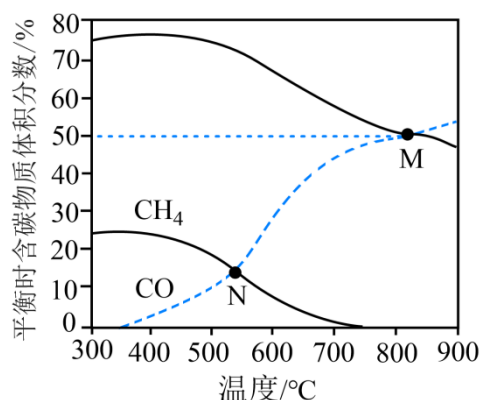
命题点 01 化学反应速率与化学平衡

典例 01 (2023·重庆卷) 逆水煤气变换体系中存在以下两个反应:



在恒容条件下,按 $V(\text{CO}_2):V(\text{H}_2)=1:1$ 投料比进行反应,平衡时含碳物质体积分数随温度的变化如图所示。

下列说法正确的是

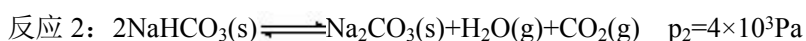
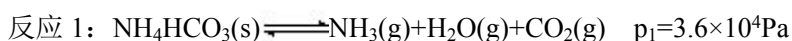


- A. 反应 I 的 $\Delta H < 0$, 反应 II 的 $\Delta H > 0$
- B. M 点反应 I 的平衡常数 $K < 1$
- C. N 点 H_2O 的压强是 CH_4 的 3 倍
- D. 若按 $V(\text{CO}_2):V(\text{H}_2)=1:2$ 投料, 则曲线之间交点位置不变

【答案】 C

【解析】A. 随着温度的升高, 甲烷含量减小、一氧化碳含量增大, 则说明随着温度升高, 反应 II 逆向移动、反应 I 正向移动, 则反应 II 为放热反应焓变小于零、反应 I 为吸热反应焓变大于零, A 错误; B. M 点没有甲烷产物, 且二氧化碳、一氧化碳含量相等, 投料 $V(\text{CO}_2):V(\text{H}_2)=1:1$, 则此时反应 I 平衡时二氧化碳、氢气、一氧化碳、水的物质的量相等, 反应 I 的平衡常数 $K = \frac{c(\text{H}_2\text{O})c(\text{CO})}{c(\text{CO}_2)c(\text{H}_2)} = 1$, B 错误; C. N 点一氧化碳、甲烷物质的量相等, 结合反应方程式的系数可知, 生成水的总的物质的量为甲烷的 3 倍, 结合阿伏伽德罗定律可知, H_2O 的压强是 CH_4 的 3 倍, C 正确; D. 反应 I 为气体分子数不变的反应、反应 II 为气体分子数减小的反应; 若按 $V(\text{CO}_2):V(\text{H}_2)=1:2$ 投料, 相当于增加氢气的投料, 会使得甲烷含量增大, 导致甲烷、一氧化碳曲线之间交点位置发生改变, D 错误; 故选 C。

典例 02 (2022·全国卷) 两种酸式碳酸盐的分解反应如下。某温度平衡时总压强分别为 p_1 和 p_2 。



该温度下，刚性密闭容器中放入 NH_4HCO_3 和 Na_2CO_3 固体，平衡后以上 3 种固体均大量存在。下列说法错误的是

- A. 反应 2 的平衡常数为 $4 \times 10^6 \text{Pa}^2$ B. 通入 NH_3 ，再次平衡后，总压强增大
C. 平衡后总压强为 $4.36 \times 10^5 \text{Pa}$ D. 缩小体积，再次平衡后总压强不变

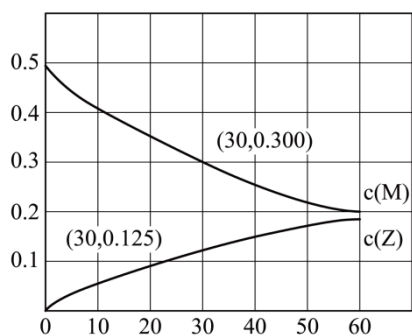
【答案】B

【解析】A. 反应 2 的平衡常数为 $K_p = p(\text{CO}_2)p(\text{H}_2\text{O}) = p_2 \times \frac{1}{2} \times p_2 \times \frac{1}{2} = 4 \times 10^6 \text{Pa}^2$ ，A 正确；B. 刚性密闭容器，温度不变，则平衡常数不变， $K_{p1} = c(\text{NH}_3)c(\text{CO}_2)p(\text{H}_2\text{O})$ ， $K_{p2} = p(\text{CO}_2)p(\text{H}_2\text{O})$ ，再次达到平衡后，气体的分压不变，则总压强不变，B 错误；C. $K_{p2} = p(\text{CO}_2)p(\text{H}_2\text{O}) = p_2 \times \frac{1}{2} \times p_2 \times \frac{1}{2} = 4 \times 10^6 \text{Pa}^2$ ，

$p(\text{CO}_2) = p(\text{H}_2\text{O}) = 2 \times 10^3$ ， $K_{p1} = c(\text{NH}_3)c(\text{CO}_2)p(\text{H}_2\text{O}) = (1.2 \times 10^4)^3 \text{Pa}^3$ ， $p(\text{NH}_3) = \frac{(1.2 \times 10^4)^3}{4 \times 10^6} = 4.32 \times 10^5$ ，所

以总压强为： $p(\text{NH}_3) + p(\text{CO}_2) + p(\text{H}_2\text{O}) = 4.36 \times 10^5$ ，C 正确；D. 达平衡后，缩小体积，增大压强，平衡逆向移动，温度不变，化学平衡常数不变，各组分的分压不变，再次平衡后总压强不变，D 正确；故选 B。

典例 03 (2021·河北卷) 室温下，某溶液初始时仅溶有 M 和 N 且浓度相等，同时发生以下两个反应：① $\text{M} + \text{N} = \text{X} + \text{Y}$ ；② $\text{M} + \text{N} = \text{X} + \text{Z}$ ，反应①的速率可表示为 $v_1 = k_1 c^2(\text{M})$ ，反应②的速率可表示为 $v_2 = k_2 c^2(\text{M})$ (k_1 、 k_2 为速率常数)。反应体系中组分 M、Z 的浓度随时间变化情况如图，下列说法错误的是



- A. 0~30min 时间段内，Y 的平均反应速率为 $6.67 \times 10^{-8} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
B. 反应开始后，体系中 Y 和 Z 的浓度之比保持不变
C. 如果反应能进行到底，反应结束时 62.5% 的 M 转化为 Z
D. 反应①的活化能比反应②的活化能大

【答案】A

【解析】A. 由图中数据可知，30min 时，M、Z 的浓度分别为 $0.300 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $0.125 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，则 M 的变化量为 $0.5 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} - 0.300 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.200 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，其中转化为 Y 的变化量为 $0.200 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} - 0.125 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.075 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。因此，0~30min 时间段内，Y 的平均反应速率为 $\frac{0.075 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}}{30 \text{min}} = 0.0025 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ，

A 说法不正确；B. 由题中信息可知，反应①和反应②的速率之比为 $\frac{k_1}{k_2}$ ，Y 和 Z 分别为反应①和反应②

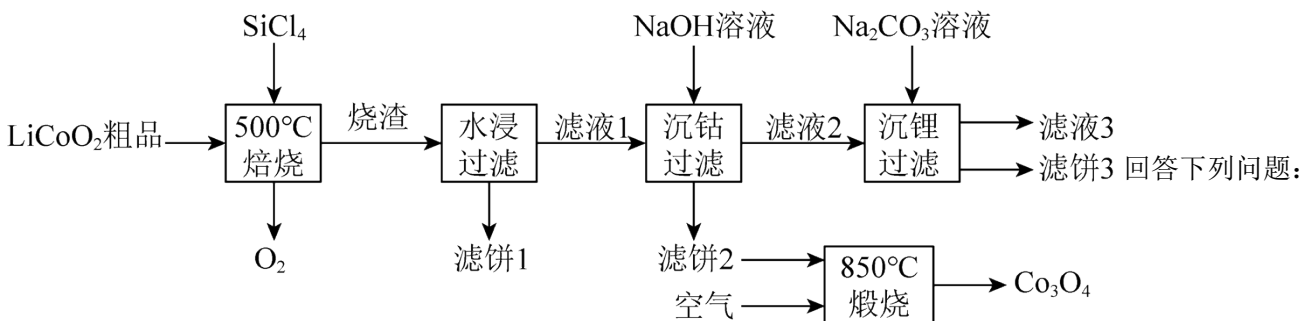
的产物，且两者与 M 的化学计量数相同（化学计量数均为 1），因此反应开始后，体系中 Y 和 Z 的浓度之比等于 $\frac{k_1}{k_2}$ ，由于 k_1 、 k_2 为速率常数，故该比值保持不变，B 说法正确；C. 结合 A、B 的分析可知反应开

始后，在相同的时间内体系中 Y 和 Z 的浓度之比等于 $\frac{k_1}{k_2} = \frac{0.075\text{mol}\times\text{L}^{-1}}{0.125\text{mol}\times\text{L}^{-1}} = \frac{3}{5}$ ，因此，如果反应能进行到底，

反应结束时有 $\frac{5}{8}$ 的 M 转化为 Z，即 62.5% 的 M 转化为 Z，C 说法正确；D. 由以上分析可知，在相同的时间内生成 Z 较多、生成 Y 较少，因此，反应①的化学反应速率较小，在同一体系中，活化能较小的化学反应速率较快，故反应①的活化能比反应②的活化能大，D 说法正确。综上所述，相关说法不正确的只有 A，故本题选 A。

命题点 02 化学工艺流程

典例 01 (2023·湖北卷·节选) SiCl_4 是生产多晶硅的副产物。利用 SiCl_4 对废弃的锂电池正极材料 LiCoO_2 进行氯化处理以回收 Li、Co 等金属，工艺路线如下：

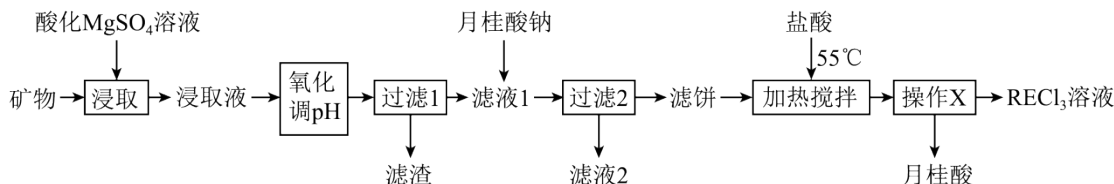


(4) 已知 $K_{\text{sp}}[\text{Co}(\text{OH})_2] = 5.9 \times 10^{-15}$ ，若“沉钴过滤”的 pH 控制为 10.0，则溶液中 Co^{2+} 浓度为_____ $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

【答案】 (4) 5.9×10^{-7}

【解析】 (4) 已知 $K_{\text{sp}}[\text{Co}(\text{OH})_2] = 5.9 \times 10^{-15}$ ，若“沉钴过滤”的 pH 控制为 10.0，则溶液中 $c(\text{OH}^-) = 1.0 \times 10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ， Co^{2+} 浓度为 $\frac{K_{\text{sp}}[\text{Co}(\text{OH})_2]}{c^2(\text{OH}^-)} = \frac{5.9 \times 10^{-15}}{(1.0 \times 10^{-4})^2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} = 5.9 \times 10^{-7} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

典例 02 (2022·广东卷·节选) 稀土(RE)包括镧、钕等元素，是高科技发展的关键支撑。我国南方特有的稀土矿可用离子交换法处理，一种从该类矿(含铁、铝等元素)中提取稀土的工艺如下：



已知：月桂酸($\text{C}_{11}\text{H}_{23}\text{COOH}$)熔点为 44°C ；月桂酸和 $(\text{C}_{11}\text{H}_{23}\text{COO})_3\text{RE}$ 均难溶于水。该工艺条件下，稀土离子保持 +3 价不变； $(\text{C}_{11}\text{H}_{23}\text{COO})_2\text{Mg}$ 的 $K_{\text{sp}} = 1.8 \times 10^{-8}$ ， $\text{Al}(\text{OH})_3$ 开始溶解时的 pH 为 8.8；有关金属离子沉淀的相关 pH 见下表。

离子	Mg ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺	RE ³⁺
开始沉淀时的 pH	8.8	1.5	3.6	6.2~7.4
沉淀完全时的 pH	/	3.2	4.7	/

(3)“过滤 2”后，滤饼中检测不到 Mg 元素，滤液 2 中 Mg²⁺ 浓度为 2.7g·L⁻¹。为尽可能多地提取 RE³⁺，可提高月桂酸钠的加入量，但应确保“过滤 2”前的溶液中 c(C₁₁H₂₃COO⁻) 低于 _____ mol·L⁻¹ (保留两位有效数字)。

【答案】 (3) 4.0×10⁻⁴

【解析】 (3) 滤液 2 中 Mg²⁺ 浓度为 2.7g·L⁻¹，即 0.1125mol/L，根据

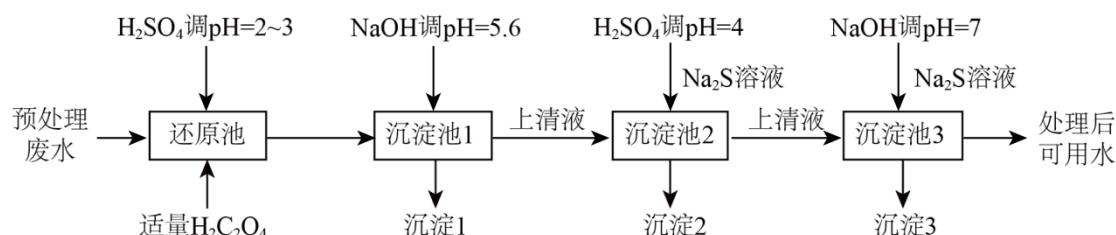
$K_{sp}[(C_{11}H_{23}COO)_2 Mg] = c(Mg^{2+}) \cdot c^2(C_{11}H_{23}COO^-)$ ，若要加入月桂酸钠后只生成 (C₁₁H₂₃COO)₃ RE，而不产生

(C₁₁H₂₃COO)₂ Mg，则 $c(C_{11}H_{23}COO^-) < \sqrt{\frac{K_{sp}[(C_{11}H_{23}COO)_2 Mg]}{c(Mg^{2+})}} = \sqrt{\frac{1.8 \times 10^{-8}}{0.1125}} = 4.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，故答案为

4.0×10⁻⁴；

典例 03 (2021·重庆卷·节选) 电镀在工业生产具有重要作用，某电镀厂生产的废水经预处理后含有

Cr₂O₇²⁻ 和少量的 Cu²⁺、Ni²⁺，能够采用如图流程进行逐一分离，实现资源再利用。



已知： $K_{sp}(CuS) = 6.3 \times 10^{-36}$ 和 $K_{sp}(NiS) = 3.0 \times 10^{-19}$

回答下列问题：

(5)若废水中还含有 Cd²⁺，pH=4 时 Cd²⁺ 的浓度为 _____ mol·L⁻¹，用该结果说明 Cd²⁺ 影响上述流程进行分离的原因是 _____ (设 H₂S 平衡浓度为 1.0×10⁻⁶mol·L⁻¹。已知：H₂S 的 K₁=1.0×10⁻⁷，K₂=7.0×10⁻¹⁵，

$K_{sp}(CdS) = 7.0 \times 10^{-27}$)

【答案】 (5) 1.0×10⁻⁷mol/L 在沉淀池 2 中进行的沉淀 Cu²⁺ 反应需要调节溶液体系 pH=4，经过计算可以发现此时 c(Cd²⁺)<1.0×10⁻⁵mol/L，可以认为 Cd²⁺ 与 Cu²⁺ 此时均完全沉淀，即沉淀 2 是 CuS 和 CdS 的混合物而无法准确分离开

【解析】 (5) H₂S 的 $K_1 = \frac{c(H^+) \times c(HS^-)}{C(H_2S)} = 1.0 \times 10^{-7}$ 、 $K_2 = \frac{c(H^+) \times c(S^{2-})}{C(HS^-)} = 7.0 \times 10^{-15}$ ，pH=4 时，

$c(S^{2-}) = \frac{K_1 \times K_2 \times C(H_2S)}{c^2(H^+)} = \frac{1.0 \times 10^{-7} \times 7.0 \times 10^{-15} \times 1.0 \times 10^{-6}}{(1.0 \times 10^{-4})^2} = 7.0 \times 10^{-20} \text{ mol/L}$ ，则

$C(Cd^{2+}) = \frac{K_{sp}(CdS)}{C(S^{2-})} = \frac{7.0 \times 10^{-27}}{7.0 \times 10^{-20}} = 1.0 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ ，而沉淀池 2 中进行的沉淀 Cu²⁺

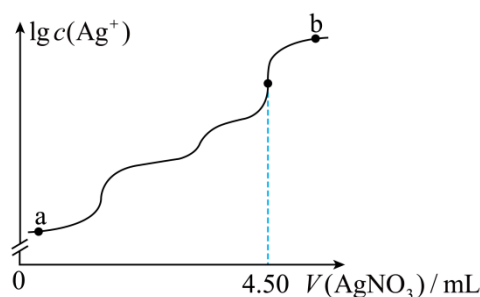
$$K_{a1}(\text{H}_2\text{S}) = \frac{c(\text{H}^+)c(\text{HS}^-)}{c(\text{H}_2\text{S})} = \frac{10^{-4.2}\text{mol/L} \times 10^{-3.9}\text{mol/L}}{0.1\text{mol/L}} = 10^{-7.1}, \text{ C 错误 D. 已知 } K_{a1}K_{a2} = \frac{c(\text{H}^+)c(\text{HS}^-)}{c(\text{H}_2\text{S})} \cdot \frac{c(\text{H}^+)c(\text{S}^{2-})}{c(\text{HS}^-)}$$

$$= \frac{c^2(\text{H}^+)c(\text{S}^{2-})}{c(\text{H}_2\text{S})}, \text{ 由曲线③两点坐标可知, 当 } c(\text{H}^+) = 10^{-4.9}\text{mol/L} \text{ 时, } c(\text{S}^{2-}) = 10^{-13}\text{mol/L}, \text{ 或者当 } c(\text{H}^+) = 10^{-6.8}\text{mol/L}$$

$$\text{时, } c(\text{S}^{2-}) = 10^{-9.2}\text{mol/L}, \text{ 故有 } K_{a1}K_{a2} = \frac{c^2(\text{H}^+)c(\text{S}^{2-})}{c(\text{H}_2\text{S})} = \frac{(10^{-4.9}\text{mol/L})^2 \times 10^{-13}\text{mol/L}}{0.1\text{mol/L}} = \frac{(10^{-6.8}\text{mol/L})^2 \times 10^{-9.2}\text{mol/L}}{0.1\text{mol/L}}$$

$$= 10^{-21.8}, \text{ 结合 C 项分析可知 } K_{a1} = 10^{-7.1}, \text{ 故有 } K_{a2}(\text{H}_2\text{S}) = 10^{-14.7}, \text{ D 正确; 故答案为 D.}$$

典例 02 (2022·湖南卷) 室温时, 用 $0.100\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的标准 AgNO_3 溶液滴定 15.00mL 浓度相等的 Cl^- 、 Br^- 和 I^- 混合溶液, 通过电位滴定法获得 $\lg c(\text{Ag}^+)$ 与 $V(\text{AgNO}_3)$ 的关系曲线如图所示(忽略沉淀对离子的吸附作用)。若溶液中离子浓度小于 $1.0 \times 10^{-5}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时, 认为该离子沉淀完全。 $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = 1.8 \times 10^{-10}$, $K_{\text{sp}}(\text{AgBr}) = 5.4 \times 10^{-13}$, $K_{\text{sp}}(\text{AgI}) = 8.5 \times 10^{-17}$ 。下列说法正确的是



- A. a 点: 有白色沉淀生成
 B. 原溶液中 I^- 的浓度为 $0.100\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$
 C. 当 Br^- 沉淀完全时, 已经有部分 Cl^- 沉淀
 D. b 点: $c(\text{Cl}^-) > c(\text{Br}^-) > c(\text{I}^-) > c(\text{Ag}^+)$

【答案】C

【分析】 向含浓度相等的 Cl^- 、 Br^- 和 I^- 混合溶液中滴加硝酸银溶液, 根据三种沉淀的溶度积常数, 三种离子沉淀的先后顺序为 I^- 、 Br^- 、 Cl^- , 根据滴定图示, 当滴入 4.50mL 硝酸银溶液时, Cl^- 恰好沉淀完全, 此时共消耗硝酸银的物质的量为 $4.50\text{mL} \times 10^{-3}\text{L/mL} \times 0.1000\text{mol/L} = 4.5 \times 10^{-4}\text{mol}$, 所以 Cl^- 、 Br^- 和 I^- 均为 $1.5 \times 10^{-4}\text{mol}$ 。

【解析】 A. I^- 先沉淀, AgI 是黄色的, 所以 a 点有黄色沉淀 AgI 生成, 故 A 错误; B. 原溶液中 I^- 的物质的量为 $1.5 \times 10^{-4}\text{mol}$, 则 I^- 的浓度为 $\frac{1.5 \times 10^{-4}\text{mol}}{0.01500\text{L}} = 0.0100\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 故 B 错误; C. 当 Br^- 沉淀完全时 (Br^- 浓度为

$1.0 \times 10^{-5}\text{mol/L}$), 溶液中的 $c(\text{Ag}^+) = \frac{K_{\text{sp}}(\text{AgBr})}{c(\text{Br}^-)} = \frac{5.4 \times 10^{-13}}{1.0 \times 10^{-5}} = 5.4 \times 10^{-8}\text{mol/L}$, 若 Cl^- 已经开始沉淀, 则此时溶液

中的 $c(\text{Cl}^-) = \frac{K_{\text{sp}}(\text{AgCl})}{c(\text{Ag}^+)} = \frac{1.8 \times 10^{-10}}{5.4 \times 10^{-8}} = 3.3 \times 10^{-3}\text{mol/L}$, 原溶液中的 $c(\text{Cl}^-) = c(\text{I}^-) = 0.0100\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 则已经有部分 Cl^-

沉淀, 故 C 正确; D. b 点加入了过量的硝酸银溶液, 溶液中的 I^- 、 Br^- 、 Cl^- 全部转化为沉淀, 则 Ag^+

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/928042074111006114>