



2025.6

2025.5

2025.4

2025.3

2025.2

2025.1

2024.12

2024.11

2024.10

2024.9

QUANPIN XUEKAO FUXI FANG'AN

全品
选考

复习方案

主编：肖德好

化学
W

沈阳出版发行集团
① 沈阳出版社

作业手册

CONTENTS

第 1 讲 物质的分类及转化	379
第 2 讲 离子反应 离子方程式	381
第 3 讲 离子共存 离子的检验与推断	383
第 4 讲 氧化还原反应的基本概念和规律	385
第 5 讲 氧化还原反应的配平与计算	387
素养提升练(一) 模型认知——情境型方程式的书写	389
第 6 讲 物质的量 气体摩尔体积	391
第 7 讲 物质的量浓度及溶液的配制	393
素养提升练(二) 宏微辨析—— N_A 的综合应用	395
素养提升练(三) 模型认知——化学计算的常用方法	397
第 8 讲 化学实验常用仪器的合理使用	399
第 9 讲 化学实验基本操作与常识	401
第 10 讲 物质的分离提纯	403
第 11 讲 钠的单质及其氧化物	405
第 12 讲 碳酸钠和碳酸氢钠 碱金属	407
第 13 讲 铁及其化合物	409
第 14 讲 金属材料 金属矿物的开发和利用	412
素养提升练(四) 科学探究——以金属及其化合物为主体的化学工艺流程分析	414
第 15 讲 氯及其化合物	417
第 16 讲 卤素 海水资源的开发和利用	420
第 17 讲 硫及其化合物	422
第 18 讲 含硫化合物的转化及应用	424
第 19 讲 氮及其化合物	426
第 20 讲 含氮化合物的转化及应用	428
第 21 讲 无机非金属材料	430
素养提升练(五) 学科价值——化学与 STSE	432
素养提升练(六) 科学探究——以非金属及其化合物为主体的“微实验”和“微流程”	434
第 22 讲 原子结构 原子核外电子排布	436
第 23 讲 元素周期表 元素周期律	438
素养提升练(七) 证据推理——元素综合推断	440
第 24 讲 化学键 分子结构与性质	442
第 25 讲 晶体结构与性质 配合物与超分子	444

素养提升练(八) 证据推理——应用相关理论解释物质结构与性质的关系	447
素养提升练(九) 模型认知——晶胞的有关计算	449
第 26 讲 化学反应的热效应	451
素养提升练(十) 模型认知——反应热的计算	454
第 27 讲 原电池 化学电源	456
第 28 讲 电解池 金属的腐蚀与防护	459
素养提升练(十一) 模型认知——电化学中的“多池”与“多室”	462
第 29 讲 化学反应速率及影响因素	465
素养提升练(十二) 化学反应速率与反应历程	468
第 30 讲 化学平衡及影响因素	471
素养提升练(十三) 平衡思想——化学平衡常数 K 、 K_p 的计算	474
第 31 讲 化学反应速率与平衡图像分析	477
第 32 讲 化学反应的方向与调控	480
素养提升练(十四) 平衡思想——化学平衡原理的应用	482
第 33 讲 电离平衡	485
第 34 讲 水的电离和溶液的 pH	487
第 35 讲 酸碱中和滴定及拓展应用	489
第 36 讲 盐类的水解	492
第 37 讲 粒子浓度的大小比较	494
第 38 讲 沉淀溶解平衡	496
素养提升练(十五) 模型认知——与 K_{sp} 相关的计算	498
素养提升练(十六) 证据推理——电解质溶液的图像分析	500
第 39 讲 认识有机化合物	502
第 40 讲 烃	504
第 41 讲 烃的衍生物(一) 卤代烃 醇 酚 醛和酮	506
第 42 讲 烃的衍生物(二) 羧酸 羧酸衍生物	508
第 43 讲 有机合成	510
第 44 讲 生物大分子 合成高分子	512
素养提升练(十七) 证据推理——有机推断与合成	514
素养提升练(十八) 模型认知——限定条件下同分异构体的书写	517
第 45 讲 实验方案的设计与评价	519
第 46 讲 物质制备综合实验	522
第 47 讲 定量综合实验分析	524
第 48 讲 探究型综合实验	526
参考答案	530

第1讲 物质的分类及转化

》考点一 物质的组成和分类

1. [2024·广东六校联盟联考] 谈及粤式美食,早茶在其中占有不可估量的地位,在茶楼“叹早茶”更是广东人的一大乐趣。下列有关说法错误的是()

- A. 马拉糕在制作过程中加入的小苏打属于碳酸盐
- B. 喝茶使用的瓷杯属于传统无机非金属材料
- C. 蒜蓉生菜中不含糖类物质
- D. 肠粉中的鸡蛋在蒸制过程中发生了变性

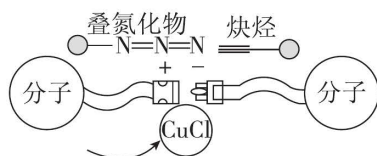
2. [2023·安徽黄山质检] 化学推动着社会的进步和人类的发展,下列有关说法不正确的是()

- A. 火箭表面涂层的成分为石墨烯,该成分是一种烯烃
- B. ClO_2 是国际上公认的安全、无毒的绿色消毒剂,可代替氯气用于自来水消毒
- C. 月球上插着一面用芳纶纤维特制的五星红旗,芳纶纤维属于有机高分子材料
- D. 液晶显示器是一种采用液晶为材料的显示器,液晶是介于液态和晶态之间的物质状态

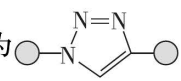
3. [2024·山东青岛期初调研] 钙奶饼干是山东几代人的飘香记忆,其配料为小麦粉、白砂糖、花生油、棕榈油、鲜鸡蛋、全脂奶粉、食品添加剂(碳酸氢铵、碳酸钠、碳酸氢钠等)。下列说法正确的是()

- A. 可用聚氯乙烯包装钙奶饼干,聚氯乙烯为混合物
- B. 白砂糖的主要成分为蔗糖,蔗糖为单糖
- C. 花生油的主要成分为饱和脂肪酸酯,饱和脂肪酸酯属于天然高分子化合物
- D. 碳酸氢铵、碳酸氢钠在饼干加工过程中起到膨松剂的作用

4. [2023·湖南湘潭名校联考] 2022年诺贝尔化学奖授予美国化学家卡罗琳·贝尔托西等三位科学家,以表彰他们在点击化学和生物正交化学研究方面的贡献。如图是某点击反应的示意图,下列说法正确的是()



- A. HN_3 和 NH_3 都属于非电解质
- B. CuCl 是可溶性亚铜盐,与 CuCl_2 互为同素异形体
- C. 炔烃都属于不饱和烃,难溶于水

D. 该点击反应的产物为 , 反应类型为取代反应

》考点二 物质的性质和转化

阅读下列材料,完成5~6小题。

氨作为化工原料有多种应用。氨水配成的银氨溶液可用于工业制镜。强碱性条件下 NaClO 和 NH_3 反应生成火箭燃料 N_2H_4 (肼)。 NH_3 和 CO_2 反应制备尿素 $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ 。

5. 下列物质结构或性质与用途相关的是()

- A. NH_3 为极性分子,氨气用作工业还原剂
- B. N_2 化学性质稳定,可用于工业合成氨
- C. NH_3 具有碱性,用于配制 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ 溶液
- D. $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 具有还原性,可用于处理汽车尾气中的氮氧化物

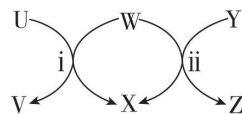
6. 下列有关物质的性质与用途的对应关系正确的是()

- A. N_2 性质不活泼,可作为粮食保护气
- B. NH_3 具有还原性,可用作制冷剂
- C. N_2H_4 的熔沸点较低,可用作火箭推进剂
- D. NH_4Cl 受热易分解,可用作铁的除锈剂

7. [2024·湖南雅礼中学模拟] 下列变化中,前者是物理变化,后者是化学变化,且都有明显颜色变化的是()

- A. 打开盛装 NO 的集气瓶;冷却 NO_2 气体
- B. 用冰水混合物冷却 SO_3 气体;加热氯化铵晶体
- C. 木炭吸附 NO_2 气体;将氯气通入品红溶液中
- D. 向品红溶液中加入 Na_2O_2 ;向 FeCl_3 溶液中滴加 KSCN 溶液

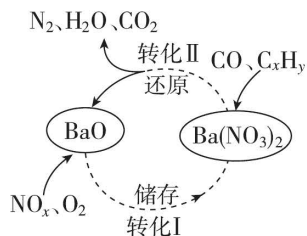
8. [2024·吉林通化模拟] $\text{U} \rightarrow \text{Z}$ 六种物质在适当条件下能实现如图所示箭头方向一步转化,且反应 i 和 ii 均为置换反应,满足条件的物质组是()



序号	U	W	Y	X
①	Na	H_2O	Na_2O_2	NaOH
②	Fe	H_2O	C	H_2
③	HBr	Cl_2	CH_4	HCl
④	$\text{CuCl}_2(\text{aq})$	Al	$\text{HCl}(\text{aq})$	$\text{AlCl}_3(\text{aq})$

- A. ②③
- B. ②④
- C. ①②④
- D. ①②③④

9. [2024·安徽 A10 联盟检测] 三元催化剂能实现汽车尾气中的 CO 、 NO_x 、 C_xH_y 三种污染物净化,在催化剂表面上物质转化的关系如图所示。下列叙述错误的是 ()



- A. 图中 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 是催化剂, BaO 是中间产物
- B. 在汽车尾气排放管中加装三元催化设备可减少大气污染
- C. 图中的还原剂有 CO 、 C_xH_y 、 NO_x
- D. 若转化 II 中消耗 1 mol CO , 生成 1 mol N_2 , 则被 C_xH_y 还原的 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 为 0.8 mol

» 考点三 分散系及其分类

10. [2024·福建厦门二中模拟] 下列说法正确的是 ()

- A. 氢氧化铁胶体可用作净水剂
- B. 明矾溶于水生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 胶体: $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{H}^+$
- C. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体无色、透明, 能产生丁达尔效应
- D. 沸水中滴加饱和 FeCl_3 溶液, 形成带电的胶体, 导电能力增强

11. [2023·山东聊城开学考] 500 mL $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ FeCl_3 溶液和 500 mL $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 明矾溶液分别滴入沸水中, 加热制成甲、乙两种分散系, 经测定, 甲分散系中分散质的粒子直径大小为 $1 \sim 100 \text{ nm}$, 乙分散系中分散质的粒子直径大小为 $10^{-9} \sim 10^{-7} \text{ m}$ 。下列关于甲、乙分散系的判断合理的是 ()

- A. 在暗室里用一束明亮的强光照甲、乙, 发现甲有丁达尔效应, 乙没有丁达尔效应
- B. 向甲、乙中分别滴加过量的氢氧化钠溶液, 现象都是先生成沉淀, 后沉淀溶解
- C. 向甲、乙中分别滴加过量的氢碘酸, 最终现象分别是得到深褐色溶液、无色溶液
- D. 蒸干、灼烧 FeCl_3 溶液和明矾溶液会得到对应的固体盐

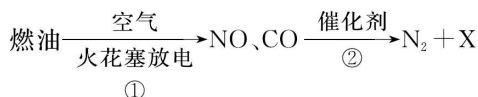
12. 磁流体是电子材料的新秀, 它既具有固体的磁性, 又具有液体的流动性。磁流体的分散质粒子直径为 $5.5 \sim 36 \text{ nm}$ 。下列有关磁流体的说法正确的是 ()

- A. 该分散系属于悬浊液

- B. 该分散系能产生丁达尔效应
- C. 该分散系与食盐水中分散质粒子直径相同
- D. 将该分散系过滤, 在滤纸上能得到分散质

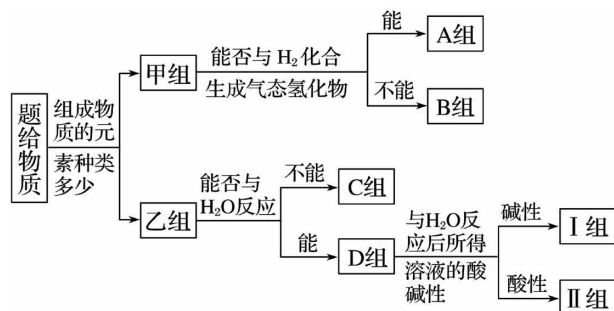
» 考点四 物质的组成、分类、性质及变化综合考查

13. [2024·安徽皖江名校联盟联考] 传统的燃油 [主要成分为多种烃 (C_xH_y)] 汽车必须解决 CO 、 NO 等污染问题。为此科学家提出在排气管内设置催化剂, 使污染气体转化为大气成分后再排出 (反应过程如图)。以下判断错误的是 ()



- A. 净化后的燃油是一种新型化合物
- B. 反应①②均为氧化还原反应
- C. CO 、 NO 都不是酸性氧化物
- D. ②的化学方程式为 $2\text{CO} + 2\text{NO} \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{N}_2 + 2\text{CO}_2$

14. 现有 NH_3 、 CO 、 Na 、 Na_2O_2 、 Fe 、 NO 、 NO_2 、 F_2 、 SO_2 、 SOCl_2 等物质, 根据它们的组成及性质进行如下分类:



请回答下列问题:

- (1) 图示的分类方法叫_____。
- (2) 淡黄色固体最终位于_____组, 它的电子式为_____。
- (3) C 组有一种气体常用作工业上冶炼铁的还原剂, 写出高温下它还原 Fe_2O_3 的化学方程式:_____。
- (4) II 组中的某种物质能与水发生氧化还原反应, 该反应中被氧化与被还原的元素的质量比为_____。
- (5) B 组中有一种物质只能在高温下才与水蒸气反应, 若该反应过程中有 $8 \times 6.02 \times 10^{23}$ 个电子发生转移, 则有_____g 该物质参加反应。
- (6) II 组中有一种物质滴入水中后与水剧烈反应, 常用于某些盐的脱水以制取无水盐。写出该物质与 $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 反应的化学方程式:_____。

第2讲 离子反应 离子方程式

» 考点一 电解质及其电离

1. 下列物质属于非电解质的是 ()

- A. CH_4 B. KI
C. NaOH D. CH_3COOH

2. [2024·湖南常德一中模拟] 下列说法正确的是 ()

- A. Na_2CO_3 是强电解质,故 Na_2CO_3 的电离方程式为 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{Na}_2^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$
B. 常温下, $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 BOH 溶液的 $\text{pH}=11$, 则 BOH 的电离方程式为 $\text{BOH} \rightleftharpoons \text{B}^+ + \text{OH}^-$
C. 25°C NaA 溶液的 $\text{pH}>7$, 则 HA 的电离方程式为 $\text{HA} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{A}^-$
D. CaCO_3 的饱和水溶液导电性很弱,故 CaCO_3 的电离方程式为 $\text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$

3. 下列物质在水溶液中的电离方程式错误的是 ()

- A. $\text{BaSO}_4 \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$
B. $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$
C. $\text{MgCl}_2 \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + 2\text{Cl}^-$
D. $\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{OH}^-$

» 考点二 离子反应和离子方程式

阅读下列材料,完成4~5小题。

周期表中第ⅦA族元素及其化合物应用广泛。氢氟酸可用于雕刻玻璃;卤素互化物(如 ICl 、 IF_3)具有强氧化性;卤化银具有感光性(H_2CO_3 的电离平衡常数分别为 $K_{a1}=4.5 \times 10^{-7}$ 、 $K_{a2}=4.7 \times 10^{-11}$; HClO 的电离平衡常数为 $K_a=4.0 \times 10^{-8}$)。

4. 下列物质性质与用途具有对应关系的是 ()

- A. 氢氟酸具有酸性,可用于雕刻玻璃
B. KIO_3 受热可分解,可用作食盐碘添加剂
C. 碘化银具有感光性,可用于人工降雨
D. ICl 有强氧化性,可用作水体杀菌消毒剂

5. 下列离子方程式表示不正确的是 ()

- A. Cl_2 溶于水: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HClO} + \text{Cl}^-$
B. ICl 溶于 NaOH 溶液: $\text{ICl} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{IO}^- + \text{H}_2\text{O}$
C. 用 Na_2SO_3 溶液吸收少量 Cl_2 : $3\text{SO}_3^{2-} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HSO}_3^- + 2\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$
D. 少量 CO_2 通入 NaClO 溶液: $\text{CO}_2 + 2\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HClO} + \text{CO}_3^{2-}$

6. [2024·北京海淀区模拟] 下列反应的离子方程式书写正确的是 ()

- A. 电解饱和食盐水制 Cl_2 : $\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow + \text{OH}^-$
B. 用小苏打治疗胃酸过多: $\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
C. 用 FeS 除去废水中的 Hg^{2+} : $\text{S}^{2-} + \text{Hg}^{2+} \rightleftharpoons \text{HgS} \downarrow$
D. 用稀 HNO_3 处理银镜反应后试管内壁的 Ag :
 $\text{Ag} + 2\text{H}^+ + \text{NO}_3^- \rightleftharpoons \text{Ag}^+ + \text{NO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

7. [2024·安徽名校联考] 下列离子方程式正确的是 ()

- A. 用 FeS 除去污水中的 Cu^{2+} : $\text{S}^{2-} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons \text{CuS} \downarrow$
B. 用澄清石灰水检验 CO_2 : $2\text{OH}^- + \text{CO}_2 + \text{Ca}^{2+} \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$
C. 向 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液中加入稀硝酸: $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
D. $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液滴入 FeCl_2 溶液中: $\text{K}^+ + \text{Fe}^{2+} + [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} \rightleftharpoons \text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] \downarrow$

8. [2023·辽宁铁岭六校联考] 下列离子方程式中正确的是 ()

- A. 用过量 NaOH 溶液脱除烟气中的 SO_2 : $\text{OH}^- + \text{SO}_2 \rightleftharpoons \text{HSO}_3^-$
B. 向铁制器具上电镀铜,阴极的电极反应为 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}$
C. 向含 0.5 mol FeBr_2 的溶液中通入 0.5 mol Cl_2 :
 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$
D. 将少量 SO_2 气体通入 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 溶液中: $\text{SO}_2 + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^- + 2\text{H}^+$

9. [2023·湖南部分重点学校联考] 下列反应对应的离子方程式正确的是 ()

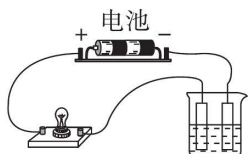
- A. 向 PbS 固体中滴加硫酸铜溶液: $\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{PbS} \rightleftharpoons \text{CuS} + \text{PbSO}_4$
B. $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液中加入过量的烧碱溶液: $2\text{OH}^- + \text{Mg}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{MgCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$
C. 将 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 固体溶于氢碘酸: $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$
D. 双氧水与酸性高锰酸钾溶液反应: $4\text{H}_2\text{O}_2 + 12\text{H}^+ + 4\text{MnO}_4^- \rightleftharpoons 4\text{Mn}^{2+} + 10\text{H}_2\text{O} + 7\text{O}_2 \uparrow$

》考点三 与“量”有关离子方程式的书写

10. [2022·浙江卷] 下列实验对应的离子方程式不正确的是 ()

- A. 将碳酸氢钙溶液与过量的澄清石灰水混合:
 $\text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$
- B. 将少量 NO_2 通入 NaOH 溶液:
 $2\text{NO}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NO}_3^- + \text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$
- C. 将少量 SO_2 通入 NaClO 溶液:
 $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{ClO}^- \rightleftharpoons \text{SO}_3^{2-} + 2\text{HClO}$
- D. 向氨水中滴入少量硝酸银溶液:
 $\text{Ag}^+ + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+ + 2\text{H}_2\text{O}$

11. [2024·江苏泰州调研] 用如图所示的装置分别进行如下实验,各离子方程式书写正确且各组物质反应后溶液的导电性变化不大的是 ()



- A. 向硝酸银溶液中通入少量氯化氢:
 $\text{Ag}^+ + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{AgCl} \downarrow + \text{H}^+$
- B. 向亚硫酸溶液中通入氯气:
 $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^-$
- C. 向 FeI_2 溶液中通入少量氯气:
 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$
- D. 向 NaOH 溶液中通入少量氯气:
 $2\text{OH}^- + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$

12. 能正确表示下列反应的离子方程式的是 ()

- A. 向 FeBr_2 溶液中通入过量 Cl_2 :
 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$
- B. 向饱和碳酸钠溶液中通入足量 CO_2 :
 $\text{CO}_3^{2-} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HCO}_3^-$
- C. 向碘化钾溶液中加入少量酸性双氧水:
 $3\text{H}_2\text{O}_2 + \text{I}^- \rightleftharpoons \text{IO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O}$
- D. 向 CuSO_4 溶液中通入 H_2S :
 $\text{H}_2\text{S} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons \text{CuS} \downarrow + 2\text{H}^+$

13. [2024·安徽六安一中模拟] 下列离子方程式书写正确的是 ()

- A. 新制氯水中加入少量 CaCO_3 :
 $2\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{Cl}^- + \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{HClO}$
- B. 向酸性高锰酸钾溶液中加入草酸:
 $5\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ \rightleftharpoons 10\text{CO}_2 \uparrow + 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O}$
- C. $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液中滴加 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液至

Fe^{2+} 恰好完全沉淀:
 $\text{Fe}^{2+} + 2\text{SO}_4^{2-} + 2\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{BaSO}_4 \downarrow + \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$

D. 碘化亚铁溶液与等物质的量的氯气:
 $2\text{Fe}^{2+} + 2\text{I}^- + 2\text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + \text{I}_2 + 4\text{Cl}^-$

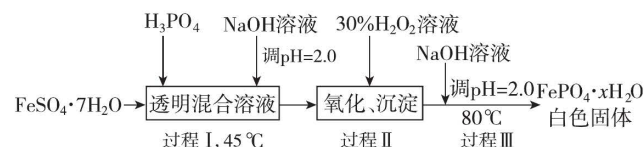
14. [2024·湖南雅礼中学模拟] 下列离子方程式正确的是 ()

- A. 碳酸氢镁溶液中加入过量的澄清石灰水:
 $\text{Mg}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + 2\text{Ca}^{2+} + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- B. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液与稀硝酸混合:
 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- C. $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 溶液中通入过量的 CO_2 气体:
 $\text{Ca}^{2+} + 2\text{ClO}^- + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{HClO}$
- D. 向 NaHSO_3 溶液中滴加过量 NaIO_3 溶液:
 $6\text{HSO}_3^- + \text{IO}_3^- \rightleftharpoons 3\text{SO}_4^{2-} + \text{I}^- + 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{SO}_2 \uparrow$

》考点四 离子反应综合考查

15. 按要求完成下列题目。

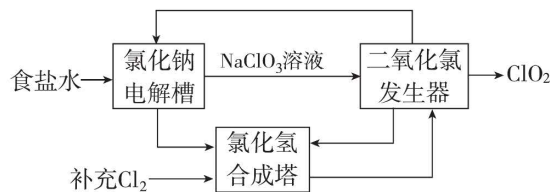
(1) 制备水合磷酸铁($\text{FePO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$)的流程如下:



①过程 I, 加 NaOH 溶液调 $\text{pH}=2.0$ 时透明混合溶液中含磷微粒主要是 H_2PO_4^- , 过程 I 发生反应的主要离子方程式是_____。

②过程 II “氧化、沉淀”反应生成 FePO_4 沉淀的离子方程式是_____。

(2) ClO_2 是一种高效安全的杀菌消毒剂。氯化钠电解法生产 ClO_2 的工艺原理示意图如图所示。



①写出氯化钠电解槽内发生反应的离子方程式:_____。

② ClO_2 能将电镀废水中的 CN^- 氧化成两种无毒气体,自身被还原成 Cl^- 。写出该反应的离子方程式:_____。

(3) 硫酸镍在强碱溶液中用 NaClO 氧化,可沉淀出能用作镍镉电池正极材料的 NiOOH , 写出该反应的离子方程式:_____。

第3讲 离子共存 离子的检验与推断

» 考点一 离子共存

1. [2023·天津河西一模] 下列各组离子在指定溶液中能大量共存的是 ()
- A. 无色溶液中: Cu^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^-
- B. 酸性溶液中: Ca^{2+} 、 NO_3^- 、 ClO^-
- C. 碱性溶液中: Al^{3+} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^-
- D. KNO_3 溶液中: Mg^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-}
2. [2023·辽宁部分重点校开学考] 下列条件下, 可以大量共存的离子组是 ()
- A. 透明溶液中: Fe^{3+} 、 H^+ 、 NO_3^-
- B. $\text{pH}=13$ 的溶液中: K^+ 、 NH_4^+ 、 Cl^-
- C. 含有大量 ClO^- 的溶液中: Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 I^-
- D. 含有大量 Fe^{2+} 的溶液中: K^+ 、 SO_4^{2-} 、 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$
3. [2024·安徽皖江名校联盟模拟] 摩尔盐的成分是六水合硫酸亚铁铵, 易溶于水, 是一种重要的化工原料, 用途十分广泛。下列在含有摩尔盐的溶液中能大量存在的离子组是 ()
- A. Na^+ 、 H^+ 、 Cl^- 、 NO_3^-
- B. K^+ 、 Ba^{2+} 、 Cl^- 、 I^-
- C. Na^+ 、 Al^{3+} 、 Cl^- 、 Br^-
- D. Cu^{2+} 、 OH^- 、 Br^- 、 ClO^-
4. [2024·山东济南统考] 常温下, 下列溶液中一定能大量共存的离子组是 ()
- A. $\frac{K_w}{c(\text{H}^+)}=10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液中: Ba^{2+} 、 ClO^- 、 Cl^- 、 NO_3^-
- B. 由水电离出的 $c(\text{H}^+)=10^{-14} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液中: Na^+ 、 HCO_3^- 、 K^+ 、 SO_4^{2-}
- C. 能使甲基橙溶液变红的溶液: Fe^{2+} 、 Na^+ 、 Cl^- 、 NO_3^-
- D. 无色透明溶液中: Al^{3+} 、 Na^+ 、 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 、 Cl^-
5. [2024·福建师大附中模拟] 下列微粒在所给条件下, 能大量共存的是 ()
- A. 滴加 KSCN 溶液后显红色的溶液中: NH_4^+ 、 K^+ 、 OH^- 、 I^-
- B. 遇酚酞显红色的溶液中: Mg^{2+} 、 K^+ 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-}
- C. 澄清透明的酸性溶液中: NO_3^- 、 Na^+ 、 Fe^{3+} 、 SO_3^{2-}
- D. 常温下, $\text{pH}<1$ 的溶液中: Ca^{2+} 、 Al^{3+} 、 Cl^- 、 NH_4^+
- » 考点二 离子检验与推断
6. [2024·福建名校联盟联考] 实验室检验溶液中是否存在下列离子的方法正确的是 ()

选项	离子	方法
A	I^-	滴加淀粉溶液
B	SO_4^{2-}	依次加入氯化钡溶液、稀盐酸
C	Fe^{2+}	滴加 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液
D	Al^{3+}	逐滴加入氨水至过量

7. 向四支试管中分别加入少量不同的无色溶液进行如下操作, 结论正确的是 ()

选项	操作	现象	结论
A	滴加 BaCl_2 溶液	生成白色沉淀	原溶液中有 SO_4^{2-}
B	滴加氯水和 CCl_4 , 振荡、静置	下层溶液显紫色	原溶液中有 I^-
C	用洁净铂丝蘸取溶液进行焰色试验	火焰呈黄色	原溶液中有 Na^+ 、无 K^+
D	滴加浓 NaOH 溶液并加热, 将湿润的红色石蕊试纸置于试管口	试纸变蓝	原溶液中溶质一定为铵盐

8. [2023·湖北新高考联考协作体联考] 下列实验操作、现象及得出的结论均正确的是 ()

选项	实验操作	实验现象	实验结论
A	向某溶液中先加入氯化钡溶液, 再滴入稀硝酸	先产生白色沉淀, 后白色沉淀不消失	该溶液中一定含有 SO_4^{2-} 或 Ag^+
B	向某溶液中加入氢氧化钠溶液, 将湿润的红色石蕊试纸置于试管口	试纸不变蓝	该溶液中一定无 NH_4^+
C	向某补血口服液中滴加几滴酸性 KMnO_4 溶液	酸性 KMnO_4 溶液紫色褪去	该补血口服液中一定含有 Fe^{2+}
D	石蜡油蒸气通过炽热的碎瓷片, 将产生的气体通入溴的四氯化碳溶液	溴的四氯化碳溶液褪色	产物中含有不饱和烃

9. [2023·河北衡水中学调研] 某澄清溶液中可能含有 Cl^- 、 I^- 、 NO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 、 Fe^{3+} 、 NH_4^+ 、 Al^{3+} 、 K^+ 、 Mg^{2+} 中的两种或多种,为了检验其中的离子组成,进行如下实验,根据实验操作和现象得出的结论完整且正确的是 ()

选项	实验操作和现象	结论
A	取少量该溶液,向其中加入足量 BaCl_2 溶液,产生白色沉淀,过滤,在滤渣中加入稀盐酸无现象	含有 SO_4^{2-} 和 CO_3^{2-}
B	向 A 项实验的滤液中加入少量稀 H_2SO_4 和 CCl_4 ,振荡后发现下层液体呈紫红色	含有 I^- 和 NO_3^-
C	另取少量溶液,向其中加入少量浓 NaOH 溶液,混合加热,有刺激性气味的气体和沉淀产生,继续滴加浓 NaOH 溶液至过量,沉淀逐渐增多,然后又有部分溶解	含有 NH_4^+ 、 Al^{3+} 和 Mg^{2+}
D	用洁净铂丝蘸取 C 项实验后的上层清液,在酒精灯火焰上灼烧,未观察到紫色火焰	不含 K^+

考点三 离子检验与推断综合考查

10. [2022·全国乙卷] 某白色粉末样品,可能含有 Na_2SO_4 、 Na_2SO_3 、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 和 Na_2CO_3 ,取少量样品进行如下实验:①溶于水,得到无色透明溶液。②向①的溶液中滴加过量稀盐酸,溶液变浑浊,有刺激性气体逸出。离心分离。③取②的上层清液,向其中滴加 BaCl_2 溶液有沉淀产生。

该样品中确定存在的是 ()

- A. Na_2SO_4 、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ B. Na_2SO_3 、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
C. Na_2SO_4 、 Na_2CO_3 D. Na_2SO_3 、 Na_2CO_3

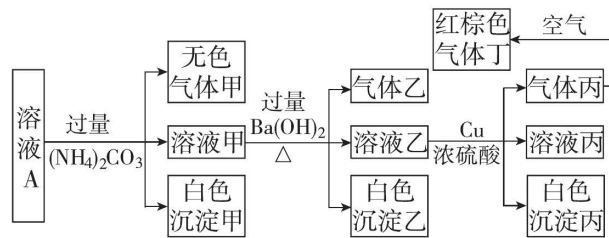
11. [2024·辽宁沈阳郊联体联考] 某工业废水中可能含有 K^+ 、 Ag^+ 、 Mg^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Al^{3+} 、 NH_4^+ 、 Cl^- 、 CO_3^{2-} 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 I^- 中的几种,且各离子物质的量浓度均为 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (忽略水的电离及离子的水解),欲探究废水的组成,进行了如下实验:Ⅰ. 取该无色溶液 5 mL,滴加一滴氨水有沉淀生成,且离子种类增加。Ⅱ. 用铂丝蘸取溶液,在火焰上灼烧,透过蓝色钴玻璃观察,无紫色火焰。Ⅲ. 另取溶液加入过量盐酸,有无色气体生成,该无色气体遇到空气变为红棕色。Ⅳ. 向Ⅲ中所得溶液中加入 BaCl_2 溶液,有白色沉淀生成。

下列推断不正确的是 ()

- A. 溶液中一定不含的阳离子是 K^+ 、 NH_4^+ 、 Cu^{2+} 、 Ag^+

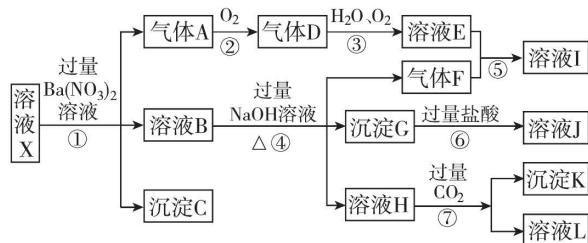
- B. Ⅲ中加入盐酸生成无色气体的离子方程式为 $8\text{H}^+ + 6\text{I}^- + 2\text{NO}_3^- \longrightarrow 3\text{I}_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
C. 原溶液除 H^+ 和 OH^- 外只含有 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 I^-
D. 另取 100 mL 原溶液,加入足量的 NaOH 溶液,充分反应后过滤、洗涤、灼烧沉淀至恒重,得到固体质量 0.8 g

12. [2024·安徽江淮十校联考] 常温下,某溶液 A 中含有 K^+ 、 Na^+ 、 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 、 NO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 中的若干种,且各离子的物质的量浓度均为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,现取该溶液进行有关实验,实验结果如图所示。下列有关说法正确的是 ()



- A. 溶液 A 中存在 Fe^{3+}
B. 沉淀 B 中只有 BaCO_3
C. 溶液 A 可能是由 AlCl_3 、 NaNO_3 、 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 按物质的量之比为 1:1:1 混合而成的溶液
D. 要确定 A 溶液中是否存在 Na^+ 或 K^+ 中的一种,能通过检验 Cl^- 来确定

13. 某强酸性溶液 X 可能含有 Al^{3+} 、 Ba^{2+} 、 NH_4^+ 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 、 SiO_3^{2-} 、 NO_3^- 中的一种或几种,取该溶液进行实验,其现象及转化如图所示。反应过程中有一种气体为红棕色。



请回答下列问题:

- (1) 由强酸性条件即可判断溶液 X 中一定不存在的离子有 _____。
(2) 溶液 X 中,关于 NO_3^- 的判断一定正确的是 _____ (填字母)。
a. 一定有 b. 一定没有 c. 可能有
(3) 产生气体 A 的离子方程式为 _____。
(4) 转化⑥发生反应时产生的现象为 _____。
(5) 转化④中生成溶液 H 的离子方程式为 _____。

第4讲 氧化还原反应的基本概念和规律

» 考点一 氧化还原反应的基本概念

1. [2023·山东德州三模] 依据下列实验现象推测,其反应原理涉及氧化还原反应的是 ()

- A. K_2CO_3 溶液和 NH_4Cl 溶液混合,产生刺激性气味
- B. 向 FeCl_3 溶液中滴加 KSCN 溶液,变红色
- C. 向苯酚钠溶液中通入 CO_2 ,溶液变浑浊
- D. 新制氯水在光照条件下放置,溶液的 pH 降低

2. [2022·北京卷] 下列物质混合后,因发生氧化还原反应使溶液 pH 减小的是 ()

- A. 向 NaHSO_4 溶液中加入少量 BaCl_2 溶液,生成白色沉淀
- B. 向 NaOH 和 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 的悬浊液中通入空气,生成红褐色沉淀
- C. 向 NaHCO_3 溶液中加入少量 CuSO_4 溶液,生成蓝绿色沉淀 $[\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3]$
- D. 向 H_2S 溶液中通入氯气,生成黄色沉淀

3. 关于反应 $\text{KClO}_3 + 6\text{HCl} \longrightarrow \text{KCl} + 3\text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$,下列说法不正确的是 ()

- A. KClO_3 在反应过程中体现了氧化性
- B. HCl 中的部分 Cl 元素发生氧化反应
- C. 氧化剂与还原剂的物质的量之比为 1 : 5
- D. 还原产物与氧化产物的物质的量之比为 1 : 3

4. [2023·辽宁东北育才学校质检] “神舟十四号”全面使用国产芯片,其中制作芯片刻蚀液的为硝酸与氢氟酸的混合溶液,其工艺涉及的反应为 $\text{Si} + \text{HNO}_3 + 6\text{HF} \longrightarrow \text{H}_2\text{SiF}_6 + \text{HNO}_2 + \text{H}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$,下列说法正确的是 ()

- A. H_2SiF_6 中 Si 元素的化合价为 +6 价
- B. 该反应中, HNO_3 仅作氧化剂
- C. 该反应中,生成 2.24 L H_2 时,被氧化的 Si 为 0.1 mol
- D. 芯片刻蚀液可用稀硝酸代替

5. [2024·安徽九师联盟联考] 将 F_2 通入 KCl 和 CuCl 的混合物中,发生反应: $3\text{F}_2 + 3\text{KCl} + \text{CuCl} \longrightarrow \text{K}_3\text{CuF}_6 + 2\text{Cl}_2$ 。下列有关说法正确的是 ()

- A. 反应中被氧化的元素和被还原的元素分别为 Cl 和 F
- B. 反应中氧化剂和还原剂的物质的量之比为 3 : 4
- C. 反应中每生成 4.48 L Cl_2 ,转移 0.6 mol 电子
- D. 还原产物与氧化产物的物质的量之比为 1 : 2

6. 硝酸厂烟气中含有大量氮氧化物(NO_x)。常温下,将烟气与 H_2 的混合气体通入 $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$ 与 $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$ 的混合溶液中可实现无害化处理,其转化过程如图所示(以 NO 为例)。下列说法不正确的是 ()

- A. 反应 I 中氧化产物与还原产物的物质的量之比为 1 : 1
- B. 反应 II 的离子方程式为 $4\text{Ce}^{3+} + 4\text{H}^+ + 2\text{NO} \longrightarrow 4\text{Ce}^{4+} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2$
- C. 混合溶液内 Ce^{4+} 的物质的量浓度保持不变
- D. 该转化过程的实质是 NO 被 H_2 还原成 N_2

» 考点二 氧化还原反应的规律及应用

7. 已知 $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \longrightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$,当把 Cl_2 通入 FeI_2 溶液中时,下列离子方程式一定不正确的是 ()

- A. $\text{Cl}_2 + 2\text{I}^- \longrightarrow \text{I}_2 + 2\text{Cl}^-$
- B. $4\text{Cl}_2 + 6\text{I}^- + 2\text{Fe}^{2+} \longrightarrow 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{I}_2 + 8\text{Cl}^-$
- C. $3\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} + 4\text{I}^- \longrightarrow 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}_2 + 6\text{Cl}^-$
- D. $2\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{I}^- \longrightarrow 2\text{Fe}^{3+} + \text{I}_2 + 4\text{Cl}^-$

8. [2024·辽宁名校联盟联考] 四氟肼(N_2F_4)的沸点为 -73°C ,可作高能燃料的氧化剂,可用 Fe^{3+} 与二氟胺(HNF_2)反应制得,发生的反应为 $\text{HNF}_2 + \text{Fe}^{3+} \longrightarrow \text{N}_2\text{F}_4 \uparrow + \text{Fe}^{2+} + \text{H}^+$ (未配平)。下列说法正确的是 ()

- A. 氧化性: $\text{Fe}^{3+} > \text{N}_2\text{F}_4$
- B. 上述反应中,氧化剂与还原剂的物质的量之比为 2 : 1
- C. 标准状况下,若生成 2.24 L N_2F_4 ,转移电子 0.1 mol
- D. N_2F_4 作氧化剂时,其还原产物可能是 NO 和 HF

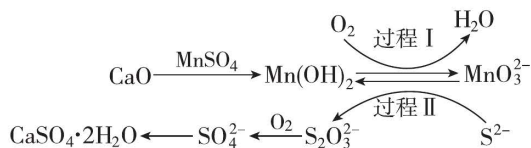
9. 在酸性介质中,往 MnSO_4 溶液中滴加 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ (过二硫酸铵)溶液会发生反应: $\text{Mn}^{2+} + \text{S}_2\text{O}_8^{2-} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{MnO}_4^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}^+$ (未配平)。下列说法不正确的是 ()

- A. 可以利用该反应检验 Mn^{2+}
- B. 氧化性: $\text{S}_2\text{O}_8^{2-} > \text{MnO}_4^-$
- C. 该反应可用盐酸作为酸性介质
- D. 若有 0.1 mol 氧化产物生成,则转移 0.5 mol 电子

10. [2024·重庆名校联考] 铅丹(Pb_3O_4)可作防锈用涂料,其中铅的化合价为+2价和+4价,它与浓盐酸反应的化学方程式为 $\text{Pb}_3\text{O}_4 + 8\text{HCl}(\text{浓}) \rightleftharpoons 3\text{PbCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 。下列说法正确的是 ()

- A. Pb_3O_4 与浓盐酸反应时, Pb_3O_4 作为还原剂
B. 物质的氧化性: $\text{Pb}_3\text{O}_4 < \text{Cl}_2$
C. Pb_3O_4 中+2价的Pb与+4价的Pb的物质的量之比为2:1
D. 当上述反应中消耗1 mol Pb_3O_4 时,生成的氯气为22.4 L

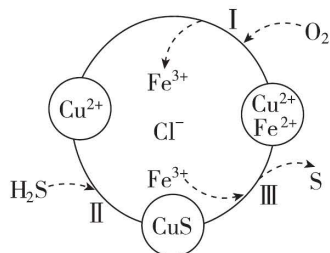
11. [2024·湖北四校联考] 工业生产中除去电石渣浆(含CaO)中的 S^{2-} 并制取硫酸盐的一种常用流程如下图。下列说法正确的是 ()



- A. 碱性条件下,氧化性: $\text{O}_2 < \text{MnO}_3^{2-} < \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$
B. 过程I中氧化剂和还原剂的物质的量之比为2:1
C. 过程II中,反应的离子方程式为 $4\text{MnO}_3^{2-} + 2\text{S}^{2-} + 9\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 4\text{Mn}(\text{OH})_2 \downarrow + 10\text{OH}^-$
D. 将1 mol S^{2-} 转化为 SO_4^{2-} 理论上需要 O_2 的体积为22.4 L(标准状况)

考点三 氧化还原反应综合考查

12. [2024·黑龙江七台河联考] 某废气(含 H_2S)脱硫的方法是将废气与空气混合,再通入由 FeCl_2 、 CuCl_2 、 FeCl_3 组成的混合液中,脱硫转化的流程如图所示,下列说法错误的是 ()



- A. 氧化性: $\text{S} < \text{Fe}^{3+} < \text{O}_2$
B. 转化过程中参与循环的离子有 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Cu^{2+}
C. 过程II为氧化还原反应,两种反应物的物质的量之比为1:1
D. 过程III中每转移0.1 mol电子会生成0.1 mol Fe^{2+}

13. 氧化还原电对的标准电极电势($\varphi^\ominus$)可用来比较相应氧化剂的氧化性强弱,相关数据(酸性条件)如下。

氧化还原电对 (氧化剂/还原剂)	电极反应式	$\varphi^\ominus/\text{V}$
$\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$	$\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$	0.77
I_2/I^-	$\text{I}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{I}^-$	0.54
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}$	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{e}^- + 14\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$	1.23
Br_2/Br^-	$\text{Br}_2(\text{l}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Br}^-$	1.07
$\text{Co}^{3+}/\text{Co}^{2+}$	$\text{Co}^{3+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Co}^{2+}$	1.92

下列分析错误的是 ()

- A. 氧化性: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} > \text{Br}_2 > \text{Fe}^{3+}$
B. 向 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液中滴加 CoCl_2 溶液,反应的离子方程式为 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Co}^{2+} + 14\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Co}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$
C. 向淀粉KI溶液中滴加 CoCl_3 溶液,溶液变蓝色
D. 向含有KSCN的 FeBr_2 溶液中滴加少量氯水,溶液变红色

14. 氧化还原反应在工业生产、环保及科研中有广泛的应用,请根据以上信息,结合自己所掌握的化学知识,回答下列问题:

I. 氢化亚铜(CuH)是一种难溶物质,用 CuSO_4 溶液和“另一物质”在40~50℃时反应可生成它。 CuH 具有的性质:不稳定,易分解,在氯气中能燃烧;与稀盐酸反应能生成气体, Cu^+ 在酸性条件下发生的反应是 $2\text{Cu}^+ \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + \text{Cu}$ 。

(1)写出 CuH 在氯气中燃烧的化学方程式:

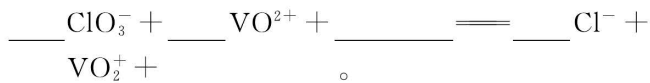
(2) CuH 溶解在稀盐酸中生成的气体是 (填化学式)。

(3)如果把 CuH 溶解在足量的稀硝酸中生成的气体只有NO,请写出 CuH 溶解在足量稀硝酸中反应的离子方程式:

II. 钒性能优良,用途广泛,有金属“维生素”之称。

(4)将废钒催化剂(主要成分为 V_2O_5)与稀硫酸、亚硫酸钾溶液混合,充分反应后生成 VO^{2+} 等,该反应的化学方程式是。

(5)向上述所得溶液中加入 KClO_3 溶液,完善并配平反应的离子方程式。



(6) V_2O_5 能与盐酸反应产生 VO^{2+} 和一种黄绿色气体,该气体能与 Na_2SO_3 溶液反应而被吸收,则 SO_3^{2-} 、 Cl^- 、 VO^{2+} 还原性由大到小的顺序是。

。

第5讲 氧化还原反应的配平与计算

》考点一 氧化还原反应的配平及分析

1. [2023·河北盐山中学模拟] NiFe 基催化剂是碱性条件下活性最高的催化剂之一,在 NiFe 基催化剂自修复水氧化循环中, FeO_4^{2-} 发生的一步反应为 $\text{FeO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{FeOOH} + \text{O}_2 \uparrow + \text{OH}^-$ (未配平),下列说法正确的是 ()

- A. FeO_4^{2-} 中铁元素化合价的绝对值与基态铁原子的价层电子数相等
- B. 反应中 FeOOH 是氧化产物
- C. 生成 22.4 L O_2 时,转移 4 mol 电子
- D. 配平后, FeO_4^{2-} 与 H_2O 的化学计量数之比为 2 : 3

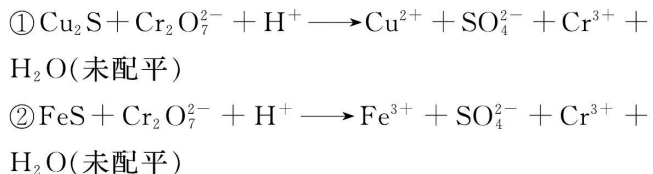
2. 在有氧条件下,硫杆菌可将黄铁矿(主要成分为 FeS_2)和单质 S 分别氧化为硫酸,其中 FeS_2 发生反应的化学方程式为 $\text{FeS}_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$ (未配平),下列说法正确的是 ()

- A. 根据反应可推断任何条件下 O_2 都不能将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+}
- B. 温度越高,该反应的速率越快
- C. 反应中氧化剂与还原剂的物质的量之比为 2 : 7
- D. 该环境中,单质 S 反应的化学方程式为 $2\text{S} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{H}_2\text{SO}_4$

3. [2024·湘豫名校联考] 测定某溶液中甲醇含量的部分过程如下:① KMnO_4 溶液处理: $\text{CH}_3\text{OH} + \text{MnO}_4^- + \text{X} \longrightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{MnO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ (未配平,下同);② 酸化处理: $\text{MnO}_4^{2-} + \text{H}^+ \longrightarrow \text{MnO}_2 \downarrow + \text{MnO}_4^- + \text{H}_2\text{O}$,下列说法错误的是 ()

- A. 反应①中 X 为 OH^- ,配平后化学计量数为 8
- B. 反应①中氧化性: $\text{MnO}_4^- > \text{CO}_3^{2-}$
- C. 反应②中,可用盐酸进行酸化
- D. 反应②消耗 71.4 g MnO_4^{2-} 时,转移 0.4 mol e^-

4. 用 Cu_2S 、 FeS 处理酸性废水中的 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$,发生的反应如下:



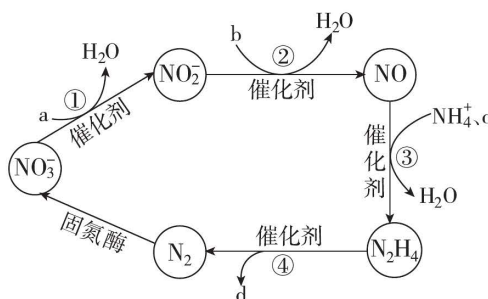
下列判断错误的是 ()

- A. 反应①中还原剂与氧化剂的物质的量之比为 3 : 5
- B. 用相同物质的量的 Cu_2S 和 FeS 处理 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 时, Cu_2S 消耗更多 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$
- C. 处理等物质的量的 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 时,反应①和②中消

耗 H^+ 的物质的量相等

D. 用 FeS 处理废水,不仅可以除去 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$,还可吸附悬浮杂质

5. [2024·黑龙江大庆质检] 氮元素在自然界的某种转化示意图如图所示(a、b、c 和 d 代表一定比例的 H^+ 和 e^-)。下列说法正确的是 ()



- A. 过程①中 NO_3^- 体现氧化性
- B. 过程②中发生反应的离子方程式为 $\text{NO}_2^- + \text{H}^+ + \text{e}^- \longrightarrow \text{NO} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- C. 过程③中 c 代表的是 $3\text{H}^+ + 3\text{e}^-$
- D. 过程④中 1 mol N_2H_4 参加反应转移 6 mol 电子

》考点二 电子守恒法计算及应用

6. [2023·浙江金丽衢十二校联考] 已知酸性 KMnO_4 溶液能被 Na_2SO_3 溶液还原成 Mn^{2+} 而使溶液褪色。欲使 20.00 mL $1.000 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 酸性 KMnO_4 溶液恰好褪色,需消耗 25.00 mL Na_2SO_3 溶液,则该 Na_2SO_3 溶液的物质的量浓度 (单位: $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) 为 ()

- A. 2.00×10^{-2}
- B. 3.00×10^{-2}
- C. 4.00×10^{-2}
- D. 5.00×10^{-2}

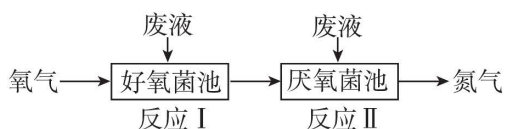
7. [2024·辽宁鞍山质检] 高铁酸钾(K_2FeO_4) 是一种集氧化、吸附、絮凝于一体的新型多功能水处理剂,工业上采用向 KOH 溶液中通入 Cl_2 ,然后加入 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 溶液发生反应:① $\text{KOH} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{KCl} + \text{KClO} + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (未配平);② $2\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{KClO} + 10\text{KOH} \longrightarrow 2\text{K}_2\text{FeO}_4 + 6\text{KNO}_3 + 3\text{KCl} + 5\text{H}_2\text{O}$ 。下列说法正确的是 ()

- A. Cl_2 通入 KOH 溶液,反应后溶液中 $n(\text{ClO}^-) : n(\text{ClO}_3^-) = 5 : 1$,则参加反应的氧化剂与还原剂的物质的量之比为 2 : 1
- B. 若 2 L $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 KOH 溶液完全反应,能吸收标准状况下 44.8 L Cl_2
- C. K_2FeO_4 具有强氧化性,在碱性条件下的氧化能力比 KClO 强
- D. 按过程①②反应得到 3.96 kg K_2FeO_4 ,理论上消耗 Cl_2 为 30 mol

8. [2024·湖南益阳四校联考] 三氟化溴有强氧化性和强反应活性,是一种良好的非水溶剂,遇水立即发生如下反应: $3\text{BrF}_3 + 5\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{HBrO}_3 + \text{Br}_2 + 9\text{HF} + \text{O}_2 \uparrow$,下列有关该反应的说法不正确的是 ()

- A. 当 0.5 mol H_2O 被氧化时,生成 0.1 mol O_2
- B. 氧化剂与还原剂的物质的量之比为 2 : 3
- C. 当转移 6 mol 电子时,生成的还原产物为 1 mol
- D. 当生成 2.7 mol HF 时,被 BrF_3 还原的 BrF_3 为 0.2 mol

9. 在好氧菌和厌氧菌作用下,废液中的 NH_4^+ 能转化为 $\text{N}_2(\text{g})$ 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$,示意图如下:



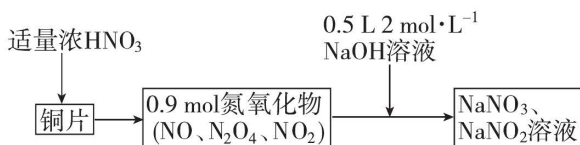
反应 I : $\text{NH}_4^+ + \text{O}_2 \longrightarrow \text{NO}_3^- + \text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}$ (未配平)
 反应 II : $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^- \longrightarrow \text{N}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$ (未配平)
 下列说法正确的是 ()

- A. 两池发生的反应中,氮元素只被氧化
- B. 常温常压下,反应 II 中生成 8.96 L N_2 时,转移电子数为 $1.5N_A$ (设 N_A 为阿伏伽德罗常数的值)
- C. 好氧菌池与厌氧菌池投入废液的体积之比为 3 : 5 时, NH_4^+ 能完全转化为 N_2
- D. 反应 II 中氧化剂与还原剂物质的量之比为 5 : 3

10. [2023·湖北部分重点校联考] 一定量的某磁黄铁矿(主要成分 Fe_xS , S 为 -2 价)与 100 mL 盐酸恰好完全反应(矿石中其他成分不与盐酸反应),生成 3.2 g 硫单质、0.4 mol FeCl_2 和一定量 H_2S 气体,且溶液中无 Fe^{3+} 。则下列说法正确的是 ()

- A. 该盐酸的物质的量浓度为 $4.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- B. 该磁黄铁矿 Fe_xS 中, Fe^{2+} 与 Fe^{3+} 的物质的量之比为 2 : 1
- C. 生成的 H_2S 气体在标准状况下的体积为 8.96 L
- D. 该磁黄铁矿中 Fe_xS 的 $x=0.85$

11. [2024·辽宁沈阳二十中一模] 38.4 g Cu 与一定量浓硝酸恰好完全反应生成氮氧化物,这些氮氧化物恰好溶解在 NaOH 溶液中得到 NaNO_3 和 NaNO_2 的混合溶液,反应过程及有关数据如图所示。

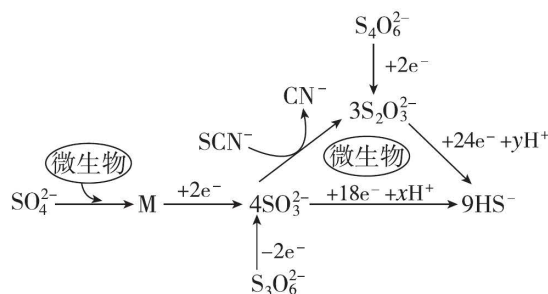


下列有关该过程的判断不正确的是 ()

- A. 氮氧化物和 NaOH 溶液反应时, NO 作还原剂
- B. 0.9 mol 混合气体中 N_2O_4 的物质的量是 0.2 mol
- C. 若浓硝酸体积为 200 mL, 则其物质的量浓度为 $11 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- D. 欲使上述 0.9 mol 氮氧化物完全被水吸收, 理论上至少需要通入标准状况下的 O_2 体积为 6.72 L

» 考点三 氧化还原反应综合考查

12. [2023·湖南益阳质检] 中科院发现深海处在微生物作用下的含硫物质的变化过程如图所示(已略去部分不含硫物质)。有关转化过程说法错误的是 ()



- A. CN^- 中含有的 σ 键与 π 键的数目之比为 1 : 2
- B. $x=21, y=24$
- C. SCN^- 既被氧化又被还原
- D. 理论上每产生 1 mol HS^- , 转移 44 mol e^-

13. 氮、磷对水体的污染情况越来越受到人们的重视。回答下列问题:

(1) 常温下,在 pH 约为 9 时,用澄清石灰水可将水体中的 HPO_4^{2-} 转化为 $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ 沉淀除去,该反应的离子方程式为 _____。

(2) 除去地下水中的硝态氮通常用还原剂将其还原为 N_2 。

① 有人提出用 Pd-Cu 作催化剂,常温下,在 pH 为 4.0~6.0 时,可直接用 H_2 将 NO_3^- 还原为 N_2 ,该反应的离子方程式为 _____。

研究发现用 H_2 和 CO_2 的混合气体代替 H_2 , NO_3^- 的去除效果比只用 H_2 时更好,其原因是 _____。

② 在 pH 约为 5 时,用纳米 Fe 粉可将 NO_3^- 还原为 N_2 , Fe 粉被氧化为 Fe^{2+} ,该反应中氧化产物与还原产物的物质的量之比为 _____。

素养提升练 (一) 模型认知——情境型方程式的书写

► 探究点一 依据文字信息书写方程式

1. (1)[2022·重庆卷节选] 沉淀的主要成分是 SnO_2 , 焙烧时, 与 NaOH 反应生成 Na_2SnO_3 的化学方程式为_____。

(2)[2022·山东卷节选] 酸解时有 HF 产生。氢氟酸与 SiO_2 反应生成二元强酸 H_2SiF_6 , 离子方程式为_____。

2. (1)用 FeCl_3 溶液制备 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的化学方程式为_____。

(2)[2022·全国乙卷节选] 向草酸($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$)溶液中加入适量 K_2CO_3 固体, 制得 KHC_2O_4 和 $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 混合溶液。原料配比为 $n(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) : n(\text{K}_2\text{CO}_3) = 1.5 : 1$, 写出反应的化学方程式:_____。

3. 根据以下信息书写下列反应的方程式:

(1)实验室中可用次氯酸钠溶液与氨反应制备联氨(N_2H_4), 化学方程式为_____。

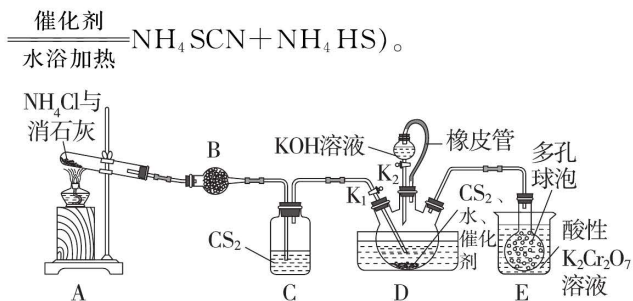
(2)滤液(含 Fe^{2+} 和 H^+) 中加入 H_2O_2 溶液氧化时, 发生反应的离子方程式为_____。

(3)当用 CaSO_3 的水悬浮液吸收经 O_3 预处理的烟气时, 清液(pH 约为 8)中的 SO_3^{2-} 将 NO_2 转化为 NO_2^- , 其离子方程式为_____。

(4) CuSO_4 溶液能用作 P_4 中毒的解毒剂, 反应可生成 P 的最高价含氧酸和铜, 该反应的化学方程式是_____。

► 探究点二 依据实验信息书写方程式

4. 硫氰化钾(KSCN)俗称玫瑰红酸钾, 是一种用途广泛的化学药品。实验室模拟工业制备硫氰化钾的实验装置如图所示(D中发生的反应为 $\text{CS}_2 + 3\text{NH}_3 \xrightarrow[\text{水浴加热}]{\text{催化剂}} \text{NH}_4\text{SCN} + \text{NH}_4\text{HS}$)。

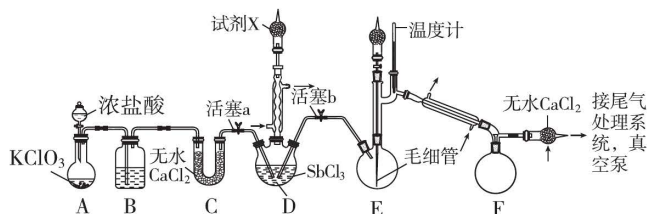


(1)实验前, 经检查装置的气密性良好。装置 A 中发生反应的化学方程式为_____。

(2)反应进行至 D 中 CS_2 消失时, 熄灭 A 处的酒精灯, 关闭 K_1 和 K_2 , 移开水浴, 将装置 D 继续加热至 105°C , 当 NH_4HS 完全分解后($\text{NH}_4\text{HS} \xrightarrow{\Delta} \text{H}_2\text{S} \uparrow + \text{NH}_3 \uparrow$), 打开 K_2 , 继续保持液温为 105°C , 缓缓滴入适量的 KOH 溶液, 发生反应的化学方程式为_____。

(3)装置 E 中, NH_3 被酸性 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液氧化为 N_2 , 反应的离子方程式为_____。

5. [2023·山东滨州三模] 人们将酸强度超过 $100\% \text{H}_2\text{SO}_4$ 的一类酸叫作超酸, 某实验小组用 SbCl_5 制备超酸 HSbF_6 , 并探究其性质。制备 SbCl_5 的实验装置如图(夹持、加热及搅拌装置已略去):



已知: 制备 HSbF_6 的相关反应为 $\text{SbCl}_3 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{80^\circ\text{C}} \text{SbCl}_5$, $\text{SbCl}_5 + 6\text{HF} \longrightarrow \text{HSbF}_6 + 5\text{HCl}$ 。

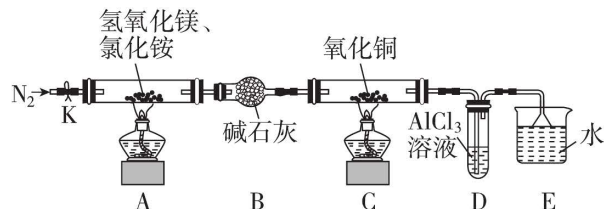
(1)装置 A 中发生反应的化学方程式为_____。

(2)实验小组在由 SbCl_5 制备 HSbF_6 时, 没有选择玻璃仪器, 其原因是_____ (写化学方程式)。

(3)1966 年, 美国研究员 J·Lukas 无意中将蜡烛扔进 HSbF_6 溶液中, 发现蜡烛很快溶解, 并放出 H_2 。已知稳定性: $\text{H}_3\text{C}-\overset{+}{\text{C}}(\text{CH}_3)-\text{CH}_3 > \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{CH}_3}{\overset{+}{\text{CH}}}-\text{CH}_2$, 写出

等物质的量的异丁烷与 HSbF_6 发生反应的化学方程式:_____。

6. [2024·辽宁沈阳二中模拟] 碱式氯化镁(MgOHCl)常用作塑料添加剂, 工业上制备方法较多, 其中利用氢氧化镁热分解氯化铵制氨气并得到碱式氯化镁的工艺属于我国首创。某中学科研小组根据该原理设计如下装置图进行相关实验, 装置 C 中 CuO 的质量为 8.0 g 。



请回答下列问题:

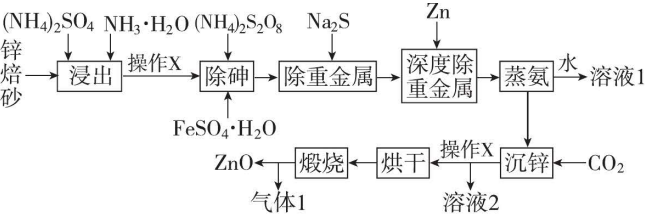
(1)装置 A 中发生反应生成碱式氯化镁的化学方程式为_____。

(2)装置 D 中生成沉淀,发生反应的离子方程式为_____。

(3)反应完毕,装置 C 中的氧化铜全部由黑色变为红色,称其质量为 6.8 g,且生成的气体可直接排放到大气中,该反应中转移电子的物质的量为_____mol,写出装置 C 中发生反应的化学方程式:_____。

► 探究点三 依据流程信息书写方程式

7. [2023·山东德州三模] 工业上利用锌焙砂(主要成分为 ZnO,含 As_2O_3 及铅、铜、镉的氧化物)生产高纯度氧化锌的工业流程如图所示:



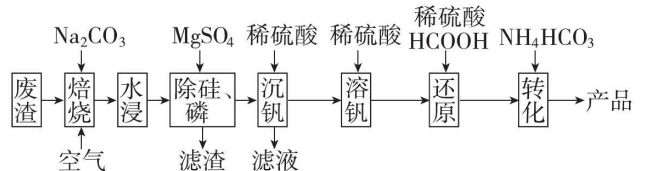
已知: As_2O_3 微溶于水而生成亚砷酸(H_3AsO_3), FeAsO_4 和 ZnCO_3 难溶于水。

(1)“浸出”过程 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 和 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 按物质的量之比 1 : 2 参加反应生成了 $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, 发生反应的离子方程式为_____。

(2)“除砷”过程中,先加入过量的 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$, 然后加入 $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 该过程中 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 过量的原因是_____。

(3)“蒸氨”后锌元素以 $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_2]\text{SO}_4$ 形式存在, 写出利用 CO_2 “沉锌”的化学方程式:_____。

8. 利用某冶金行业产生的废渣(主要含 V_2O_3 , 还有少量 SiO_2 、 P_2O_5 等杂质)可以制得 $(\text{NH}_4)_5(\text{VO})_6(\text{CO}_3)_4(\text{OH})_9 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, 生产流程如图所示:



已知: V_2O_5 微溶于水、溶于碱生成 VO_4^{3-} (加热生成 VO_3^-), 具有强氧化性。向 Na_3VO_4 溶液中加入酸, 不同 pH 对应的 V 主要存在形式如下表:

pH	≥ 13	10.6~12	约 8.4	3~8	约 2	< 1
存在形式	VO_4^{3-}	$\text{V}_2\text{O}_7^{4-}$	$\text{V}_3\text{O}_9^{3-}$	$\text{V}_{10}\text{O}_{28}^{6-}$	V_2O_5	VO_2^+

回答下列问题:

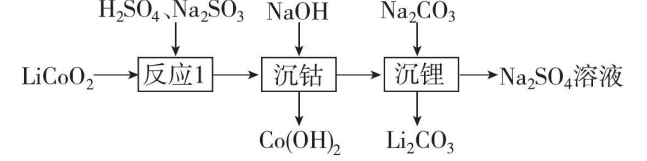
(1)“焙烧”后 V 元素转化为 NaVO_3 , Si 元素转化为_____ (写化学式)。

(2)“沉钒”过程中, pH 由 8.5 到 5.0 发生反应的离子方程式为_____, 最终需要控制 pH 约为_____; “沉钒”最终得到的主要含钒物质是_____ (写化学式)。

(3)“还原”和“转化”过程中主要反应的离子方程式分别为_____、_____。

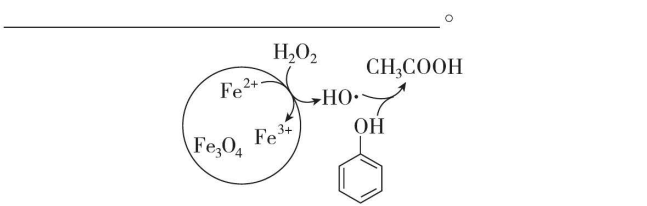
9. 根据提供的情境书写指定反应的方程式。

(1)通过如图所示转化可回收废旧锂电池电极材料 LiCoO_2 (难溶于水) 中的钴元素和锂元素。

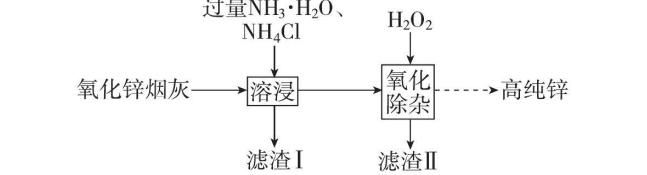


写出反应 1 的离子方程式:_____。

(2)活性自由基 $\text{HO}\cdot$ 可有效除去废水中的苯酚 ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$) 等有机污染物, 原理如图所示。写出 $\text{HO}\cdot$ 除去苯酚反应的化学方程式:_____。



(3)现代工业上用氧化锌烟灰(主要成分为 ZnO , 含少量 Pb 、 CuO 和 As_2O_3) 制取高纯锌的部分工艺流程如图所示。



①已知: “溶浸”后浸出液中含 $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 、 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 、 AsCl_5^{2-} 等。写出该过程中生成 $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 的相关离子方程式:_____。

②“氧化除杂”的目的是将 AsCl_5^{2-} 转化为 As_2O_5 胶体, 再经吸附聚沉除去。写出该反应的离子方程式:_____。

第6讲 物质的量 气体摩尔体积

» 考点一 物质的量 气体摩尔体积

1. [2023·辽宁东北育才学校模拟] 设 N_A 表示阿伏伽德罗常数的值。下列说法正确的是 ()

- A. CO_2 的摩尔质量为 44 g
- B. 1 L $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{K}_2\text{SO}_4$ 溶液中含有 K^+ 的质量为 78 g
- C. 常温常压下, 22.4 L O_2 含分子数为 N_A
- D. 16 g CH_4 中含有氢原子的总数为 $4N_A$

2. [2024·辽宁沈阳二中模拟] 下列关于气体摩尔体积的说法中, 正确的是 ()

- A. 22.4 L 任何气体的物质的量均为 1 mol
- B. 标准状况下, 1 mol 物质的体积为 22.4 L
- C. 1 mol 由 H_2 、 N_2 、 CO_2 组成的混合气体在标准状况下的体积约为 22.4 L
- D. 同温同压下, 相同体积的任何气体单质所含分子数和原子数都相同

3. [2024·湖南益阳质检] 设 N_A 为阿伏伽德罗常数的值, 下列说法正确的是 ()

- A. 0.5 mol 正丁烷分子中共价键的数目为 $6.5N_A$
- B. 标准状况下, 11.2 L 氯仿的物质的量为 0.5 mol
- C. 1 mol 羟基($-\text{OH}$)与 1 mol 氢氧根离子(OH^-)的电子数均为 $10N_A$
- D. 含有 6.02×10^{23} 个碳原子的 $\text{C}_{15}\text{H}_{22}\text{O}_5$ 的物质的量约为 1 mol

4. [2024·安徽皖江名校联盟联考] 设 N_A 代表阿伏伽德罗常数的值, 工业上实现碳中和的一种反应原理为 $\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。下列叙述正确的是 ()

- A. 标准状况下, 22.4 L H_2O 中存在的化学键总数为 $2N_A$
- B. 25 $^\circ\text{C}$, 压强为 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ 时, 11.2 L H_2 所含的原子数目小于 N_A
- C. 该反应中, 甲烷是还原产物, 水是氧化产物
- D. 室温下, 22.4 L CH_4 中含有的质子数为 $10N_A$

5. [2023·广东深圳调研] 设阿伏伽德罗常数的值为 N_A 。下列说法正确的是 ()

- A. 常温下, $\text{pH}=9$ 的 NaF 溶液中, 水电离出的 H^+ 数为 $10^{-9} N_A$
- B. 1 mol N_2 与 3 mol H_2 充分反应生成 NH_3 的分子数为 $2N_A$
- C. 56 g CO 和 N_2 的混合气体, 所含的原子总数

为 $4N_A$

D. 标准状况下, 22.4 L CO_2 与足量的 Na_2O_2 充分反应, 转移的电子数为 $2N_A$

6. [2022·重庆卷] 工业上用 N_2 和 H_2 合成 NH_3 , N_A 代表阿伏伽德罗常数的值, 下列说法正确的是 ()

- A. 消耗 14 g N_2 生成 NH_3 分子数为 $2N_A$
- B. 消耗 1 mol H_2 , 生成 $\text{N}-\text{H}$ 键数为 $2N_A$
- C. 生成标准状况下 22.4 L NH_3 , 电子转移数为 $2N_A$
- D. 氧化 1 mol NH_3 生成 NO , 需 O_2 分子数为 $2N_A$

» 考点二 阿伏伽德罗定律及其推论的应用

7. [2024·福建漳州质检] NH_4N_3 (叠氮化铵) 易发生分解反应生成 N_2 和 H_2 , 且两种气体的物质的量相等。若得到 NH_4N_3 的分解产物 (简称 a) 28 g, 则下列说法错误的是 ()

- A. 叠氮化铵中 N 元素不止一种价态
- B. a 中两种气体的质量比为 14 : 1
- C. a 的平均摩尔质量为 $14.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
- D. 同温同压下, a 中两种气体的体积比为 1 : 1

8. [2023·山东潍坊期末] 下列条件下, 两瓶气体所含原子数一定相等的是 ()

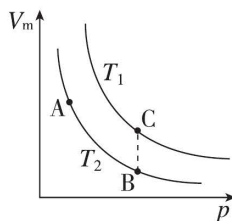
- A. 同质量、不同密度的 N_2 和 O_2
- B. 同温度、同体积的 H_2 和 N_2
- C. 同体积、同密度的 C_2H_4 和 C_3H_6
- D. 同压强、同体积的 N_2O 和 CO_2

9. 关于等物质的量的 NO 和 NO_2 , 下列说法不正确的是 ()

- A. 氧原子数目比为 1 : 2
- B. 摩尔质量之比为 15 : 23
- C. 同温同压下, 密度之比为 23 : 15
- D. 常温常压下, 所占体积比为 1 : 1

10. [2024·河北沧州联考] 如图为一定量理想气体压强与气体摩尔体积的关系, 下列关于图像的分析, 错误的是 ()

- A. 微粒间距: $B < A$
- B. 为实现 $A \rightarrow B$: 恒温加压
- C. 为实现 $B \rightarrow C$: 恒压降温
- D. 一定量的理想气体, 决定气体摩尔体积的主要因素是微粒间距



11. [2024·湖北武汉重点中学联考] 有 X、Y 两恒压密闭容器且 X 容积大于 Y, X 中充满 CO 气体, Y 中充满 CH_4 、 O_2 、 N_2 混合气体, 同温同压测得两容器中气体密度相同。下列叙述中正确的是 ()

- A. 两容器中气体平均摩尔质量不同
- B. Y 中所含原子数更多
- C. Y 容器中, CH_4 、 O_2 和 N_2 的质量比可能为 1 : 6 : 3
- D. 升温引燃 Y 中气体, Y 中气体密度不变

》考点三 物质的量综合应用

12. [2024·黑龙江大庆质检] 用 N_A 表示阿伏伽德罗常数的值。在密闭容器中将 0.1 mol Cl_2 与 0.1 mol CH_4 混合, 在光照条件下充分反应。下列说法正确的是 ()

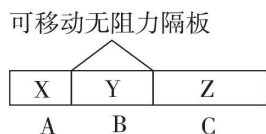
- A. 若 0.1 mol Cl_2 完全消耗, 参与反应的 CH_4 分子数目为 $0.1N_A$
- B. 1.6 g CH_4 中含有的电子数目与 1.8 g H_2O 中的相等
- C. 充分反应后, 容器中气体在标准状况下的体积为 4.48 L
- D. 若 0.1 mol Cl_2 完全消耗, 则形成的“C—Cl”数目为 $0.2N_A$

13. [2024·江西赣州六校联考] 设 N_A 表示阿伏伽德罗常数的值。下列叙述不正确的是 ()

- A. 电解饱和食盐水, 阳极产生 22.4 L 气体时, 电路中通过的电子数目为 $2N_A$
- B. 4.4 g 由 CO_2 和 N_2O 组成的混合气体中的电子数目为 $2.2N_A$
- C. 含有氢原子数为 $0.4N_A$ 的 CH_3OH 分子中含有的 C—H 数目为 $0.3N_A$
- D. 常温下, 1.0 L pH=13 的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液中含有的 OH^- 数目为 $0.1N_A$

14. [2024·安徽徽师联盟联考] 如图所示, 在一个容积固定的恒温容器中, 有两个可左右滑动的密封隔板(体积不计, 忽略摩擦), 在 A、B、C 内分别充入等质量的 X、Y、Z 三种气体, 当隔板静止时, A、B、C 内

的气体体积比为 1 : 2 : 3。下列说法正确的是 ()



- A. 气体压强: $3p(\text{X}) = p(\text{Z})$
- B. 气体物质的量: $n(\text{X}) = n(\text{Z})$
- C. 摩尔质量: $M(\text{X}) = 3M(\text{Z})$
- D. 气体的密度: $\rho(\text{X}) = \rho(\text{Y})$

15. [2024·江西上饶调研] 现有 12.8 g CO 和 CO_2 的混合气体, 在标准状况下所占的体积约为 8.96 L (用 N_A 表示阿伏伽德罗常数的值)。

- (1) 该混合气体的平均摩尔质量为 _____。
- (2) 混合气体中碳原子的个数为 _____。
- (3) 将混合气体依次通过如图所示装置, 最后收集在气球中。



- ① 气球中收集到的气体的质量为 _____;
- ② 气球中收集到的气体在标准状况下的体积为 _____;
- ③ 气球中收集到的气体的电子总数为 _____。

16. 过氧化钙(CaO_2)是一种安全无毒的物质, 一般带有结晶水, 通常还含有 CaO 。过氧化钙在工农业生产中广泛用作杀菌剂、防腐剂、解酸剂、油类漂白剂等。

(1) 称取 5.42 g 过氧化钙样品, 灼烧时发生如下反应: $2(\text{CaO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}) \xrightarrow{\Delta} 2\text{CaO} + \text{O}_2 \uparrow + 2x\text{H}_2\text{O}$, 得到的 O_2 在标准状况下的体积为 672 mL, 则该样品中 $\text{CaO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 的物质的量为 _____。

(2) 另取同一样品 5.42 g, 溶于适量稀盐酸中, 然后加入足量的 Na_2CO_3 溶液, 将溶液中的 Ca^{2+} 全部转化为 CaCO_3 沉淀, 得到 7.0 g 干燥的 CaCO_3 。

- ① 5.42 g 样品中 CaO 的质量为 _____。
- ② 样品 $\text{CaO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 中 x 的值为 _____。

第7讲 物质的量浓度及溶液的配制

► 考点一 物质的量浓度及相关计算

1. 下列所得溶液的物质的量浓度为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的是 ()

- A. 将 0.1 mol NH_3 充分溶解在 1 L 水中
- B. 将 10 g 质量分数为 98% 的硫酸与 990 g 水混合
- C. 将 25.0 g 胆矾溶于水配成 1 L 溶液
- D. 将 $10 \text{ mL } 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸与 90 mL 水充分混合

2. [2024·江苏泰州中学模拟] 下列关于物质的量浓度表述正确的是 ()

- A. $0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Na_2SO_4 溶液中含有 Na^+ 和 SO_4^{2-} 的总物质的量为 0.9 mol
- B. $50 \text{ mL } 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 KCl 溶液和 $100 \text{ mL } 0.25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ MgCl_2 溶液中, Cl^- 物质的量浓度相等
- C. 将 $10 \text{ mL } 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 H_2SO_4 溶液加水稀释至 100 mL , 溶质的物质的量浓度变为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- D. 20°C 时, $0.023 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的氢氧化钙饱和溶液中加入 5 g 生石灰, 恢复至 20°C , 溶质的物质的量浓度将变大

3. 某结晶水合物的化学式为 $\text{R} \cdot n\text{H}_2\text{O}$, 其摩尔质量为 $M \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。 25°C 时, $a \text{ g}$ 该晶体能够溶于 $b \text{ g}$ 水中形成 $V \text{ mL}$ 饱和溶液。下列关系中不正确的是 ()

- A. 该溶液中溶质的质量分数为 $\frac{100a(M-18n)}{a+b}\%$
- B. 溶质的物质的量浓度为 $\frac{1000a}{MV} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- C. 该物质的溶解度为 $\frac{100(aM-18na)}{18na+bM} \text{ g}$
- D. 该溶液的密度为 $\frac{a+b}{V} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

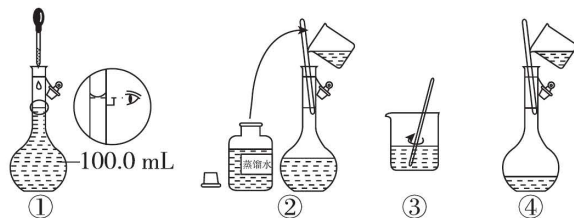
4. 如图是某“84”消毒液(有效成分为次氯酸钠)标签的部分内容。下列说法正确的是 ()

“84”消毒液
[性状]本品为无色透明液体
[规格]250 mL、252.50 g
[含量]氯含量为5.00%
[贮藏]密封保存

- A. 密封保存的目的是防止 NaClO 分解
- B. 该“84”消毒液中含 NaClO 的质量为 252.50 g
- C. 该“84”消毒液的密度为 $1.10 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$
- D. 该“84”消毒液中含氯微粒的物质的量浓度约为 $1.42 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

► 考点二 一定物质的量浓度溶液的配制

5. [2024·安徽皖优联盟联考] 如图所示是配制 $100 \text{ mL } c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ KMnO_4 溶液过程示意图中的几步。其中正确的先后顺序是 ()



- A. ①②③④
- B. ③②④①
- C. ③④②①
- D. ④③②①

6. [2024·安徽萧城一中模拟] 配制一定物质的量浓度的溶液是一个重要的定量实验, 下列有关说法正确的是 ()

- A. 容量瓶用蒸馏水洗净后, 可不经干燥直接用于配制溶液
- B. 配制一定物质的量浓度的稀盐酸时, 用量筒量取 9.82 mL 浓盐酸
- C. 配制 $1 \text{ L } 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 溶液时, 用托盘天平称量 5.85 g NaCl 固体
- D. 定容时, 为防止液滴飞溅, 胶头滴管紧贴容量瓶内壁

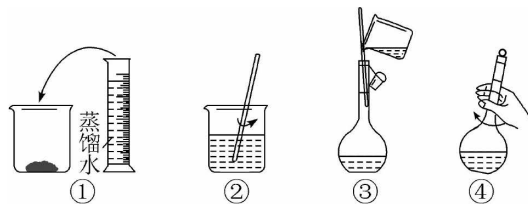
7. 欲配制 $100 \text{ mL } 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ Na_2SO_4 溶液, 下列操作会使配得的溶液浓度偏小的是 ()

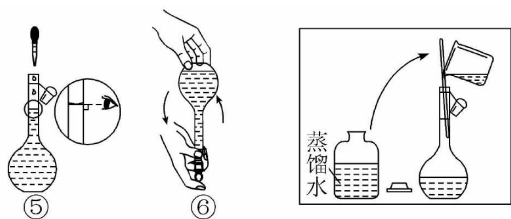
- A. 容量瓶中原有少量蒸馏水
- B. 定容时, 俯视容量瓶中液体的凹液面
- C. 称量 Na_2SO_4 固体时, 药品和砝码的位置放反了 (1 g 以下用游码)
- D. 将 $32.2 \text{ g } \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 溶于少量水中, 再配制成 100 mL 溶液

8. 某同学帮助水质监测站配制 $480 \text{ mL } 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液以备使用。

(1) 该同学应选择 _____ mL 的容量瓶。

(2) 其操作步骤如图所示, 则图框中的操作应在图中 _____ (填字母) 之间。



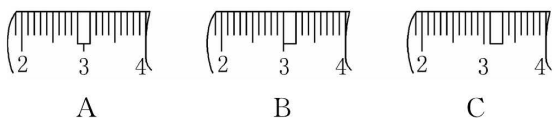


A. ②与③ B. ①与② C. ③与④ D. ④与⑤

(3)该同学应称取 NaOH 固体 _____ g,用质量为 23.1 g 的烧杯放在托盘天平上称取所需 NaOH 固体时,请根据附表选取所需的砝码大小: _____ (填字母),并在下图中选出能正确表示游码位置的选项: _____。

附表:砝码规格

选项	a	b	c	d	e
砝码大小/g	100	50	20	10	5



(4)下列操作对所配溶液的浓度大小有何影响?(填“偏大”“偏小”或“无影响”)

- ①定容时,俯视刻度线,浓度会 _____。
- ②转移溶液的过程中,少量液体溅出来,浓度会 _____。
- ③容量瓶未干燥,浓度会 _____。
- ④定容摇匀后发现溶液的凹液面低于刻度线,浓度会 _____。

» 考点三 物质的量浓度综合考查

9. 将 m g 某+2价金属氯化物溶于水配制 V L 溶液,从中取出一半,再加水稀释到 V L,此时 Cl^- 的物质的量浓度为 c $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$,则此氯化物中金属原子的相对原子质量为 ()

- A. $\frac{m}{2cV} - 34$ B. $\frac{m}{2cV} - 71$
C. $\frac{m}{cV} - 34$ D. $\frac{m}{cV} - 71$

10. [2024·湘豫名校联盟联考] 少量 Cl_2 通入 NaOH 稀溶液,反应所得溶液中含有 Na^+ 、 Cl^- 、 ClO^- 、 OH^- 四种离子。已知 Na^+ 和 Cl^- 物质的量浓度分别为 0.03 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 0.01 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$,则溶液中 OH^- 物质的量浓度为 ()

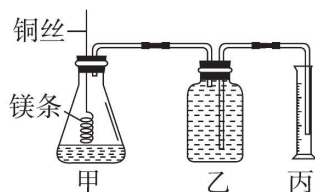
- A. 0.03 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ B. 0.02 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$
C. 0.01 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ D. 0.005 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

11. 测定“84”消毒液中次氯酸钠的浓度可用下面方法:取 10.00 mL 消毒液,调节 pH 后,以淀粉为指示剂,用 0.1000 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ KI 溶液进行滴定,当溶液出现稳定浅蓝色时为滴定终点。反应原理为 $3\text{ClO}^- +$

$\text{I}^- \rightleftharpoons 3\text{Cl}^- + \text{IO}_3^-$; $\text{IO}_3^- + 5\text{I}^- + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{I}_2$;
三次平行实验中消耗 KI 溶液的平均体积为 20.00 mL,由此可知原消毒液中 NaClO 的物质的量浓度为 ()

- A. 0.04 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ B. 0.10 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$
C. 0.25 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ D. 0.60 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

12. 某研究性学习小组欲测定常温常压下 (25°C 、 101 kPa) 的气体摩尔体积。该小组设计的简易实验装置如图所示。



该实验的主要操作步骤如下:

- ①用已知浓度的浓盐酸配制 100 mL 1.0 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸(需要用到的仪器有量筒、烧杯、_____);
- ②用 10 mL 的量筒量取 8.0 mL 1.0 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸加入锥形瓶中;
- ③准确称取 a g 已除去表面氧化膜的镁条,并系于铜丝末端,为使 HCl 全部参加反应, a 的数值至少为 _____;
- ④往广口瓶中装入足量水,按图连接好装置,检查装置的气密性;
- ⑤反应结束后待体系温度恢复到室温,读出量筒中水的体积为 V mL。

请回答下列问题:

(1)步骤①中,配制 100 mL 1.0 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸时,下列会使所配制溶液的浓度偏小的操作有 _____ (填字母)。

- A. 用量筒量取浓盐酸时,俯视量筒的刻度线
B. 容量瓶未干燥即用来配制溶液
C. 浓盐酸在烧杯中稀释时,搅拌时间过长
D. 定容完成后,将容量瓶倒置摇匀后,发现液面低于刻度线未进行处理
E. 在容量瓶中定容时俯视容量瓶刻度线
F. 烧杯中有少量水
G. 未冷却至室温即定容

(2)请填写操作步骤中的空格:

步骤①: _____;

步骤③: _____。

(3)读数时需要注意(至少写两点): _____

_____。

(4)忽略水蒸气影响,在该条件下测得气体摩尔体积的计算式为 $V_m =$ _____ $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。