



浙江省

稳拿高分

争取满分

听课手册

全品 选考专题

“选考标准”为依据
“选考真题”为导向

化学

主编：肖德好



黄河出版传媒集团
阳光出版社

因聚焦而纯粹

化学



本书专为2025年6月高三年级学生二次备考精心打造，聚焦核心、聚焦题型、聚焦题源，在内容与选题方向上体现新选考考查角度、深度变化调整，而且充分考虑二次备考的侧重点，突出以下几个方面：

一、目的明确。充分考虑到选考二次备考与一次备考的不同，定位稳拿高分，争取满分。做到简单专题学生自主练，查漏补缺；重点专题师生互动，强化提升。

二、双螺旋式训练。设置作业手册“专题精练”与限时小卷“题型专项训练”，知识与题型双螺旋提升模式。

三、原汁原味。浙江名校名师严格把关，精选浙江历年选考真题及2024年浙江各地区高三统考各名校试题，凸显浙江选考考查特色。

01 讲解 · 主次分明



核心知识突破篇

【考向分析+解题关键】

明确核心知识考向，精析解题关键所在。

【考点互动探究】

浙江真题导向，紧扣核心知识，精选模拟演练，凸显地方特色。

核心素养提升篇

针对浙江特色题型，紧抓高频热点角度，注重解题思路引导，对点专练高效突破。

02 练习 · 原汁原味



练习篇

选题：考点全练排查雷区，重点强化提升技能。

题型：瞄准选考题型，匹配选考难度，定向训练考法。

模式：“专题精练”与“限时小卷”通栏排版，前者集中突破考点，后者专项突破题型。

03 大卷 · 仿真预测



标准大卷

6套标准卷，最新的选考动态，最全的选考题型，不仅全面练透历次选考题点，而且深入预测最新选题方向。

01 选考专题探究

第一部分 核心知识突破

核心小专题(一) 物质的组成与分类 化学用语	001
核心小专题(二) 氧化还原反应概念、规律及应用	004
核心小专题(三) 离子共存 离子方程式正误判断	006
核心小专题(四) 阿伏伽德罗常数的综合应用	009
核心小专题(五) 无机物的结构、性质及用途	011
核心小专题(六) 无机物间的转化及制备原理	014
核心小专题(七) 化学与 STSE	017
核心小专题(八) 位—构—性综合推断	020
核心小专题(九) 物质结构与性质	024
核心小专题(十) 化学反应机理与反应过程图示分析	026
核心小专题(十一) 多重平衡体系分析	030
核心小专题(十二) 电化学原理分析与应用	033
核心小专题(十三) 溶液中的“三大平衡”及应用	038
核心小专题(十四) 水溶液中离子反应与平衡图像分析	041
核心小专题(十五) 有机物的结构与性质	044
核心小专题(十六) 有机物的性质及应用	048
核心小专题(十七) 化学实验基本操作及装置分析	051
核心小专题(十八) 物质的分离、提纯与检验	055
核心小专题(十九) 简单实验方案的设计与评价	061

第二部分 核心素养提升

素养提升(一) 物质结构与性质	065
考点 1 核外电子排布、电离能与电负性的对比分析 /	065
考点 2 共价键与键角判断 杂化类型与分子空间结构 /	067
考点 3 分子结构与物质性质原因解释 /	070
考点 4 晶体类型、晶胞结构与计算 /	073
素养提升(二) 简单工业流程分析	077
考点 1 基于流程分析的成分确定与转化原理 /	077
考点 2 流程中条件的控制 /	079

考点3 流程中物质成分检验方案设计 / 081

素养提升(三) 化学反应原理 083

考点1 热化学方程式书写及焓变计算 / 083

考点2 电极反应式书写 / 085

考点3 化学反应中条件控制及原因表述 / 086

考点4 化学平衡中的相关计算 / 090

考点5 K_a 、 K_b 、溶液 pH、 K_{sp} 的计算 / 092

素养提升(四) 有机化学基础 093

考点1 有机综合推断 / 094

考点2 限定条件下有机化合物同分异构体的书写 / 096

考点3 有机合成路线设计 / 099

素养提升(五) 化学综合实验 102

考点1 物质制备实验中条件的控制及原因表述 / 102

考点2 物质制备实验中的排序问题 / 105

考点3 物质制备实验中的数据分析与处理 / 109

参考答案 (另附分册) / 112

02 作业手册 (另附分册)

抓核心点、高频点,精讲精练,高效备考

核心知识突破 小专题精练(一)~小专题精练(十九)

核心素养提升 素养提升(一)~素养提升(五)

特色小卷,练题感,提速度,培素养,稳实力

选择题限时练 选择题限时练(一)~选择题限时练(七)

非选择题限时练 非选择题限时练(一)~非选择题限时练(七)



03 仿真模拟卷 (另附分册)

练题型 练模式 练心态

仿真模拟卷(一)~仿真模拟卷(六)



核心小专题（一） 物质的组成与分类 化学用语

考向分析	解题关键
物质的组成与分类、化学用语是历年高考的必考内容,涉及电解质(或非电解质)、酸、碱、盐、氧化物、物质成分的判断或电子式、电子排布式、轨道表示式、离子结构示意图、键线式、空间填充模型等化学用语的准确使用,侧重概念的类比与辨析,突出对概念的准确理解、化学用语的规范书写及正确应用能力的考查	备考中要熟记并理解常见物质分类方法,掌握并能辨析相关化学用语的概念,特别是物质结构与性质中相近的概念(如基态原子电子排布式、最外层电子排布、轨道表示式等),加以对比分析,准确书写

角度一 物质的组成与分类

真题导向

例 1 (1)[2024·浙江6月选考]按物质组成分类, $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ 属于 ()

- A. 酸 B. 碱
C. 盐 D. 混合物

(2)[2024·浙江1月选考]下列物质不属于电解质的是 ()

- A. CO_2 B. HCl
C. $NaOH$ D. $BaSO_4$

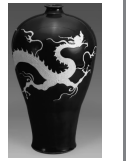
(3)[2023·浙江1月选考]下列物质中属于耐高温酸性氧化物的是 ()

- A. CO_2 B. SiO_2
C. MgO D. Na_2O

例 2 (1)[2023·浙江6月选考]材料是人类赖以生存和发展的物质基础,下列材料主要成分属于有机物的是 ()

- A. 石墨烯 B. 不锈钢
C. 石英光导纤维 D. 聚酯纤维

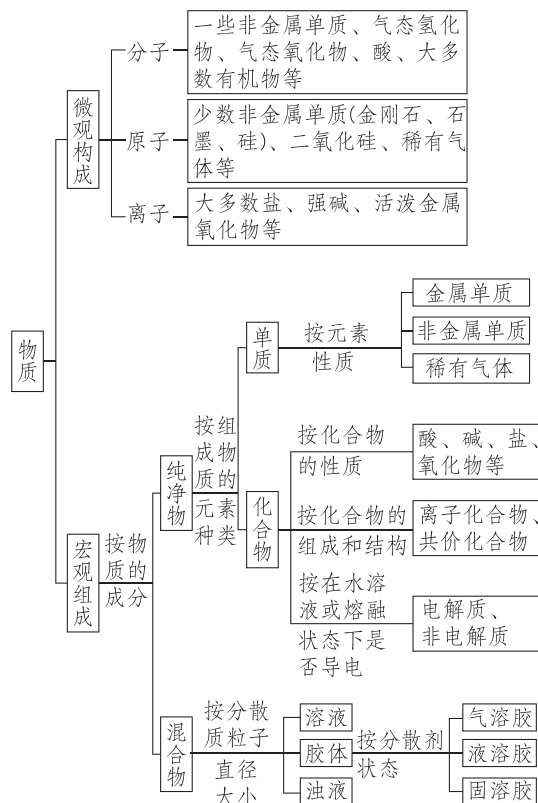
(2)[2024·广东卷]龙是中华民族重要的精神象征和文化符号。下列与龙有关的历史文物中,主要材质为有机高分子的是 ()

A	B	C	D
			
红山玉龙	鎏金铁芯铜龙	云龙纹丝绸	云龙纹瓷瓶

(3)[2024·广东卷]嘀嗒嘀嗒,时间都去哪儿了!计时器的发展史铭刻着化学的贡献。下列说法不正确的是 ()

- A. 制作日晷圆盘的石材,属于无机非金属材料
B. 机械表中由钼钴镍铬等元素组成的发条,其材质属于合金
C. 基于石英晶体振荡特性计时的石英表,其中石英的成分为 SiC
D. 目前“北京时间”授时以铯原子钟为基准, $^{135}_{55}Cs$ 的质子数为 55

【必备知识】物质的组成及分类

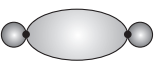
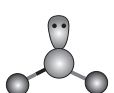


模拟演练

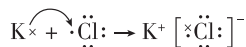
- [2024·浙江十校联盟联考] 下列物质属于电解质且溶于水显碱性的是 ()
A. K_2CO_3 B. H_2SO_4
C. NH_3 D. NH_4Cl
- [2024·浙江义乌中学模拟] 下列含氮化合物中水溶液呈碱性的有机物是 ()
A. NH_4NO_3 B. $CH_3CH_2NO_2$
C. $NH_3 \cdot H_2O$ D. $(CH_3)_3N$
- [2023·浙江宁波十校联考] 下列物质中属于含共价键的盐的是 ()
A. $NaOH$ B. Na_3N
C. NH_4Cl D. $HClO$
- [2024·浙江金丽衢十二校联考] 下列物质为含有极性键的非极性分子的是 ()
A. PCl_3 B. H_2O_2
C. BF_3 D. H_2
- 下列物质不属于合成高分子材料的是 ()
A. 石墨烯 B. 顺丁橡胶
C. 涤纶 D. 酚醛树脂
- 明代《天工开物》中记载：“烧铁器淬于胆矾水中，即成铜色也。”胆矾属于 ()
A. 氧化物 B. 混合物
C. 电解质 D. 合金

角度二 化学用语的规范使用

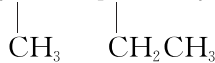
真题导向

- [2024·浙江6月选考] 下列表示不正确的是 ()
A. CO_2 的电子式： $:\ddot{O}:\ddot{C}:\ddot{O}:$
B. Cl_2 中共价键的电子云图：
C. NH_3 的空间填充模型：
D. 3,3-二甲基戊烷的键线式：
- [2024·浙江1月选考] 下列表示不正确的是 ()
A. 中子数为10的氧原子： $^{18}_8O$
B. SO_2 的价层电子对互斥(VSEPR)模型：

C. 用电子式表示 KCl 的形成过程：

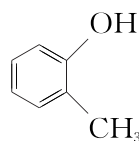


D. $CH_3CHCH_2CHCH_3$ 的名称：2-甲基-4-乙基



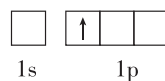
戊烷

例3 [2024·山东卷] 下列化学用语或图示正确的是 ()

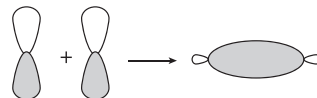
A.  的系统命名：2-甲基苯酚

B. O_3 分子的球棍模型：

C. 激发态 H 原子的轨道表示式：

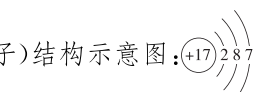
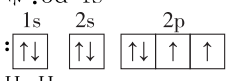
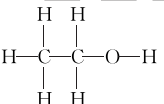


D. $p-p \pi$ 键形成的轨道重叠示意图：



【必备知识】

1. 重要的化学用语

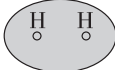
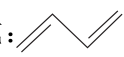
化学用语	三种符号	元素符号： Na, S, Cl 等
		离子符号： Mg^{2+}, Cl^- 等
		核素符号： $^{12}_6C, ^{15}_7N$ 等
	十二种图式	化学式： $NaCl, SiO_2$ 等
		分子式： CO_2, H_2O 等
		实验式(最简式)： CH, CH_2 等
		电子式： $Na^+ [: \ddot{O} : \ddot{O} :]^{2-} Na^+$
		原子(离子)结构示意图： 
		电子排布式： $1s^2 2s^2 2p^5$
		简化电子排布式： $[Ar] 3d^{10} 4s^1$
		价层电子排布： $3d^6 4s^2$
	两种模型	轨道表示式： 
		结构式： 
		结构简式： CH_3CH_2OH
		键线式： 
		球棍模型： 
		空间填充模型： 

2. 掌握两种化学键的形成过程

化学键	用电子式表示形成过程
共价键	不标出弯箭头及电子的转移,表示出共用电子对,如: $\text{H} \times + \cdot \ddot{\text{Cl}} \cdot \longrightarrow \text{H} \times \ddot{\text{Cl}} \cdot$
离子键	用弯箭头表示电子转移,用中括号将接受电子的原子括起来并标上电荷数,如: $\text{Na} \times + \cdot \ddot{\text{Cl}} \cdot \longrightarrow \text{Na}^+ [\times \ddot{\text{Cl}} \cdot]^-$

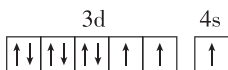
模拟演练

1. [2024·浙江义乌中学模拟] 下列表示不正确的是 ()

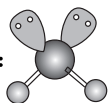
- A. H—H 共价键电子云轮廓图: 
- B. 基态 Co^{3+} 的价层电子排布为 $3d^6$
- C. 1,3-丁二烯的键线式: 
- D. 过氧化氢的电子式: $\text{H}^+ [:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:]^{2-} \text{H}^+$

2. [2024·浙江宁波模拟] 下列化学用语表示正确的是 ()

- A. 基态 Cu^{2+} 价层电子的轨道表示式:



- B.  的名称: 2-乙基丁烷

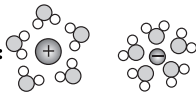
- C. H_2O 的 VSEPR 模型: 

- D. CCl_4 的电子式: $\text{Cl} : \overset{\text{Cl}}{\underset{\text{Cl}}{\text{C}}} : \text{Cl}$

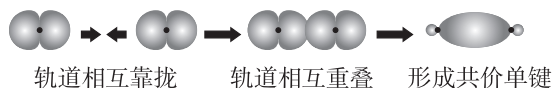
3. 下列化学用语表述错误的是 ()

- A. NaOH 的电子式: $\text{Na}^+ [:\ddot{\text{O}}:\text{H}]^-$

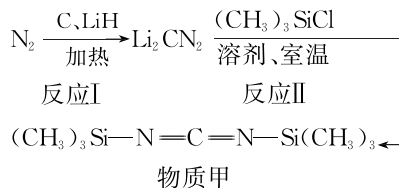
- B. 异丙基的结构简式: $\begin{array}{c} \text{—CH—CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$

- C. NaCl 溶液中的水合离子: 

- D. Cl_2 分子中 σ 键的形成:

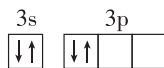


4. [2024·山东济南模拟] 我国学者用氮气为氮源制备物质甲的过程如下:

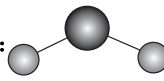


- 下列说法正确的是 ()

- A. LiH 的电子式: $\text{Li}:\text{H}$
- B. 基态 Si 原子的价层电子轨道表示式:



- C. CN_2^{2-} 中 C 原子的杂化方式: sp

- D. CN_2^{2-} 的球棍模型: 

【练后反思】规范使用化学用语

(1) 判断电子式的正误

- ①判断是离子化合物还是共价化合物;
- ②看是否忽略孤电子对;
- ③离子化合物中不能合并离子;
- ④注意离子与基团(有机)的区别,基团不显电性。

(2) 判断结构简式的正误

- ①判断有机物的碳骨架与名称是否对应;
- ②看是否忽略了有机物的官能团,特别是双键、三键等。

(3) 判断轨道表示式的正误

- ①看清是原子还是价层电子的轨道表示式;
- ②看是否遵循洪特规则和泡利原理。

(4) 判断球棍模型的正误

- ①区分球棍模型和空间填充模型;
- ②结合有机分子中成键方式和原子半径,判断球棍模型是否正确。

(5) 判断电离方程式的正误

- ①判断电解质的强弱;
- ②多元弱酸分步电离,分步书写;
- ③多元弱碱按一步电离书写。

核心小专题(二) 氧化还原反应概念、规律及应用

考向分析	解题关键
高考对氧化还原反应在选择题中的考查侧重氧化还原反应的概念及相互关系、简单计算等,此类试题大多以工农业生产、日常生活及科学研究中的氧化还原反应为载体,体现对氧化还原反应的概念、反应规律等知识的基础性、综合性和应用性的考查	复习备考时,要以元素化合价变化为主线,建立氧化还原反应概念间的关系,基于得失电子守恒及题给信息正确书写氧化还原方程式或进行相关计算

真题导向

例 1 [2024·浙江6月选考] 利用 CH_3OH 可将废水中的 NO_3^- 转化为对环境无害的物质后排放。反应原理为 $\text{H}^+ + \text{CH}_3\text{OH} + \text{NO}_3^- \longrightarrow \text{X} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (未配平)。下列说法正确的是 ()

- A. X 表示 NO_2
- B. 可用 O_3 替换 CH_3OH
- C. 氧化剂与还原剂物质的量之比为 6 : 5
- D. 若生成标准状况下的 CO_2 气体 11.2 L, 则反应转移的电子数为 $2N_A$ (N_A 表示阿伏伽德罗常数的值)

例 2 [2024·浙江1月选考] 汽车尾气中的 NO 和 CO 在催化剂作用下发生反应: $2\text{NO} + 2\text{CO} \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{CO}_2 + \text{N}_2$, 下列说法不正确的是 (N_A 为阿伏伽德罗常数的值) ()

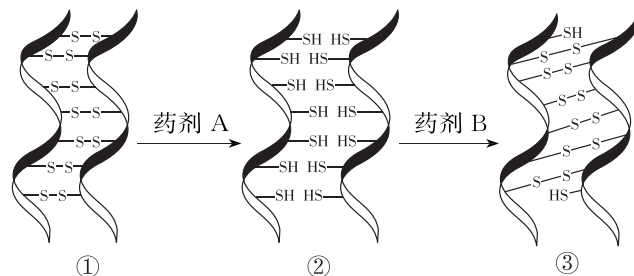
- A. 生成 1 mol CO_2 转移电子的数目为 $2N_A$
- B. 催化剂降低 NO 与 CO 反应的活化能
- C. NO 是氧化剂, CO 是还原剂
- D. N_2 既是氧化产物又是还原产物

例 3 [2023·北京卷] 离子化合物 Na_2O_2 和 CaH_2 与水的反应分别为 ① $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$; ② $\text{CaH}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2 \uparrow$ 。下列说法正确的是 ()

- A. Na_2O_2 、 CaH_2 中均有非极性共价键
- B. ①中水发生氧化反应, ②中水发生还原反应
- C. Na_2O_2 中阴、阳离子个数比为 1 : 2, CaH_2 中阴、阳离子个数比为 2 : 1

D. 当反应①和②中转移的电子数相同时, 产生的 O_2 和 H_2 的物质的量相同

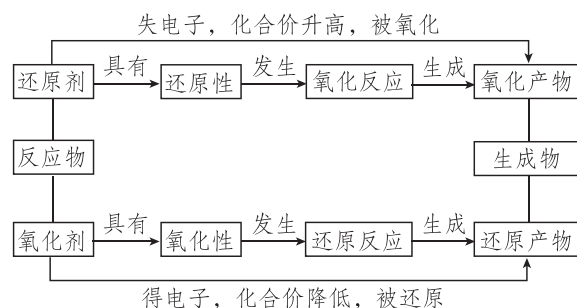
例 4 [2023·浙江6月选考] 化学烫发巧妙利用了头发中蛋白质发生化学反应实现对头发的“定型”, 其变化过程示意图如下。下列说法不正确的是 ()



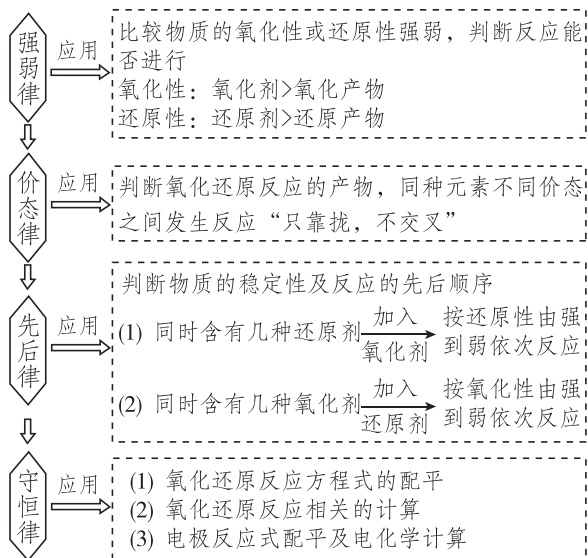
- A. 药剂 A 具有还原性
- B. ①→②过程若有 2 mol S—S 键断裂, 则转移 4 mol 电子
- C. ②→③过程若药剂 B 是 H_2O_2 , 其还原产物为 O_2
- D. 化学烫发通过改变头发中某些蛋白质中 S—S 键位置来实现头发的定型

【必备知识】

1. 氧化还原反应中概念间对应关系



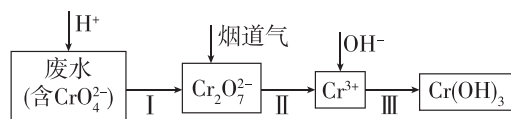
2. 氧化还原反应规律及应用



模拟演练

- [2024·浙江杭州二模] 运动会上发令枪所用“火药”的主要成分是氯酸钾、硫黄、木炭, 撞击时发生的化学反应为 $2\text{KClO}_3 + \text{S} + 2\text{C} \xrightarrow{\quad} 2\text{KCl} + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{CO}_2 \uparrow$ 。下列有关叙述不正确的是(设 N_A 为阿伏伽德罗常数的值) ()
A. 氧化产物只有 SO_2
B. 反应中氯酸钾是氧化剂
C. 发令时产生的白烟主要是 KCl 固体颗粒
D. 反应中消耗 3 mol KClO_3 时, 转移电子数为 $18N_A$
- [2024·浙江金丽衢十二校联考] 为避免硝酸生产尾气中的氮氧化物污染环境, 人们开发了溶液吸收、催化还原等尾气处理方法。后者常采用 NH_3 作还原剂, 其反应之一为 $8\text{NH}_3 + 6\text{NO}_2 \xrightarrow{\quad} 7\text{N}_2 + 12\text{H}_2\text{O}$, 下列说法不正确的是(设 N_A 为阿伏伽德罗常数的值) ()
A. 氧化产物与还原产物的质量比为 $3:4$
B. 生成 $1 \text{ mol H}_2\text{O}$ 转移电子的数目为 $2N_A$
C. 可使用 Na_2CO_3 溶液吸收氮氧化物
D. 氮氧化物的排放可形成酸雨

- [2023·河北盐山中学模拟] NiFe 基催化剂是碱性条件下活性高的催化剂之一, 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 $2:3$
- 在有氧气、硫杆菌条件下, 黄铁矿(主要成分为 FeS_2)和单质 S 分别被氧化为硫酸, 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 $2\text{S} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} 2\text{H}_2\text{SO}_4$
- 以下是工业上利用烟道气中的二氧化硫处理含铬(VI)废水的工艺流程:



- 设 N_A 为阿伏伽德罗常数的值, 下列说法不正确的是 ()
- $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 转化过程中, 溶液颜色由黄色变为橙色
 - 过程 II 中 SO_2 是还原剂, Cr^{3+} 为还原产物
 - 处理废水中的 1 mol CrO_4^{2-} (不考虑其他氧化剂存在), 转移电子数为 $3N_A$
 - 烟道气可以用 Na_2SO_3 或 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 代替

核心小专题（三） 离子共存 离子方程式正误判断

考向分析	解题关键
高考中对于离子反应的考查主要体现为离子方程式的正误判断(但有些试题中也会涉及电解质的电离方程式、水解方程式、化学方程式等)、溶液中离子能否大量共存的判断等,要求考生掌握元素及其化合物的性质,明确物质之间的反应,并能够用离子方程式予以表示,体现“宏观—微观—符号”三重表征	复习备考时,要掌握各类离子方程式的书写方法及正误判断方法,能结合离子反应实质判断溶液中离子能否大量共存;根据题给信息确定反应物和生成物,判断离子方程式正误

角度一 离子共存

真题导向

例1 [2024·浙江1月选考] 在溶液中能大量共存的离子组是 ()

- A. H^+ 、 I^- 、 Ba^{2+} 、 NO_3^-
- B. Fe^{3+} 、 K^+ 、 CN^- 、 Cl^-
- C. Na^+ 、 SiO_3^{2-} 、 Br^- 、 Ca^{2+}
- D. NH_4^+ 、 SO_4^{2-} 、 CH_3COO^- 、 HCO_3^-

例2 [2022·湖北卷] 下列各组离子在给定溶液中能大量共存的是 ()

- A. 在 $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 氨水中: Ag^+ 、 Cu^{2+} 、 NO_3^- 、 SO_3^{2-}
- B. 在 $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 氯化钠溶液中: Fe^{3+} 、 I^- 、 Ba^{2+} 、 HCO_3^-
- C. 在 $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 醋酸溶液中: SO_4^{2-} 、 NH_4^+ 、 Br^- 、 H^+
- D. 在 $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 硝酸银溶液中: K^+ 、 Cl^- 、 Na^+ 、 CO_3^{2-}

例3 [2021·湖南卷] 对下列粒子组在溶液中能否大量共存的判断和分析均正确的是 ()

	粒子组	判断和分析
A	Na^+ 、 Al^{3+} 、 Cl^- 、 $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$	不能大量共存,因发生反应: $\text{Al}^{3+}+4\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}=\text{[Al(OH)}_4\text{]}^-+4\text{NH}_4^+$
B	H^+ 、 K^+ 、 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 、 SO_4^{2-}	不能大量共存,因发生反应: $2\text{H}^++\text{S}_2\text{O}_3^{2-}=\text{S}\downarrow+\text{SO}_2\uparrow+\text{H}_2\text{O}$
C	Na^+ 、 Fe^{3+} 、 SO_4^{2-} 、 H_2O_2	能大量共存,粒子间不反应
D	H^+ 、 Na^+ 、 Cl^- 、 MnO_4^-	能大量共存,粒子间不反应

【必备知识】判断离子能否大量共存的“四个要点”及限制条件

1. 判断多种离子能否大量共存于同一溶液中,归纳起来就是“一色、二性、三特殊、四反应”。

(1)一色——溶液颜色

若限定溶液为无色,则有色离子不能存在。

几种常见离子的颜色:

常见离子	Cu^{2+}	Fe^{3+}	Fe^{2+}	MnO_4^-
溶液颜色	蓝色	棕黄色	浅绿色	紫红色

(2)二性——溶液的酸碱性

①在强酸性溶液中, OH^- 及弱酸根阴离子(如 CO_3^{2-} 、 S^{2-} 、 CH_3COO^- 、 HCO_3^- 、 HSO_3^- 等)不能大量存在。

②在强碱性溶液中, H^+ 、弱碱阳离子(如 NH_4^+ 、 Al^{3+} 、 Fe^{3+} 等)及弱酸的酸式根离子(如 HCO_3^- 、 HSO_3^- 等)不能大量存在。

(3)三特殊——三种特殊情况

① $[\text{Al(OH)}_4]^-$ 与 HCO_3^- 不能大量共存,发生反应的离子方程式为 $[\text{Al(OH)}_4]^-+\text{HCO}_3^-=\text{CO}_3^{2-}+\text{Al(OH)}_3\downarrow+\text{H}_2\text{O}$ 。

②“ NO_3^-+H^+ ”组合具有强氧化性,能与 S^{2-} 、 Fe^{2+} 、 I^- 等发生反应,而这种组合常常较为隐蔽,不易发现。

③ NH_4^+ 与 CH_3COO^- 、 Mg^{2+} 与 HCO_3^- 等组合中,虽然两种离子都能水解且水解相互促进,但总的水解程度仍很小,它们在溶液中可以大量共存,但加热时不能大量共存。

(4)四反应——四种反应类型

四反应是指离子间通常能发生的四种类型的反应,能相互反应的离子不能大量共存。

①复分解反应:如 Ba^{2+} 与 SO_4^{2-} , NH_4^+ 与 OH^- , H^+ 与 CH_3COO^- 等。

②氧化还原反应:如 Fe^{3+} 与 I^- 、 S^{2-} , NO_3^- (H^+) 与 Fe^{2+} 等。

③相互促进的水解反应:如 Al^{3+} 与 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 或 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 等。

④络合反应:如 Fe^{3+} 与 SCN^- 等。

2. 离子共存判断中常见的限制条件

限制条件	分析解读
无色溶液	有色离子不能大量共存
使甲基橙溶液呈红色或 $\text{pH}=1$	溶液显酸性, OH^- 及弱酸根离子不能大量共存
遇酚酞溶液呈红色或 $\text{pH}=13$	溶液呈碱性, H^+ 、弱碱的阳离子及弱酸的酸式根离子不能大量共存
与 Al 反应放出 H_2	溶液可能显酸性,也可能显强碱性,显酸性时不能含有 NO_3^-
25 $^\circ\text{C}$ 时,由水电离出的 $c(\text{H}^+)=1\times 10^{-13} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$	溶液可能是酸溶液,也可能是碱溶液
因发生氧化还原反应而不能大量共存	能发生氧化还原反应的氧化性离子和还原性离子不能大量共存
“一定”“可能”还是“不能”大量共存	确定是“可能性”还是“肯定性”
加水稀释, $\frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{OH}^-)}$ 减小	说明该溶液呈酸性[稀释的是溶质,溶质 $c(\text{H}^+)$ 减小,而 $c(\text{OH}^-)$ 增大]
某溶液的 $\lg \frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{OH}^-)}=12$	该溶液呈酸性

模拟演练

1. [2024·浙江杭州二模] 在溶液中能大量共存的离子组是 ()
- A. Fe^{3+} 、 Mg^{2+} 、 I^- 、 NO_3^-
- B. Mg^{2+} 、 S^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 NH_4^+
- C. Cu^{2+} 、 CN^- 、 Cl^- 、 K^+
- D. Fe^{2+} 、 K^+ 、 Na^+ 、 SO_4^{2-}

2. [2024·浙江宁波十校二模] 下列各组离子在给定溶液中能大量共存的是 ()
- A. 1.0 $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 氨水 ($\text{pH}=11$) 中: Cu^{2+} 、 NO_3^- 、 CH_3COO^-
- B. 1.0 $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 氯化钠溶液 ($\text{pH}=7$) 中: Fe^{3+} 、 Ba^{2+} 、 Br^-
- C. 0.1 $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 碳酸钠溶液 ($\text{pH}=11$) 中: $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 、 Cl^- 、 CN^-
- D. 0.1 $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 酸性高锰酸钾溶液 ($\text{pH}=5$) 中: $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 、 SO_4^{2-} 、 Na^+
3. [2024·浙江金华十校模拟] 在指定的条件下,一定能大量共存的离子组是 ()
- A. 无色溶液: K^+ 、 H^+ 、 CO_3^{2-} 、 MnO_4^-
- B. 碱性条件: Ba^{2+} 、 Na^+ 、 Cl^- 、 ClO^-
- C. 水电离出的 $c_{\text{水}}(\text{H}^+)=1\times 10^{-9} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的溶液: Al^{3+} 、 I^- 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-}
- D. 制作印刷电路板的腐蚀液: Cu^{2+} 、 NO_3^- 、 H^+ 、 Ag^+
4. [2024·浙江丽水湖州衢州三地市质检] 下列各组离子在指定条件下可能大量共存的是 ()
- A. 含有 SiO_3^{2-} 的溶液中: Al^{3+} 、 NH_4^+ 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-}
- B. 能使甲基橙变红的溶液中: Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 CrO_4^{2-}
- C. 水电离出的 $c_{\text{水}}(\text{H}^+)=1.0\times 10^{-12} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的溶液中: Al^{3+} 、 NH_4^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-}
- D. $\frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{OH}^-)}=1\times 10^{12}$ 的溶液中: Na^+ 、 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 、 NO_3^- 、 Br^-

角度二 离子方程式正误判断

真题导向

- 例 1 [2024·浙江6月选考] 下列离子方程式正确的是 ()
- A. 用 CuSO_4 溶液除 H_2S 气体: $\text{Cu}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightleftharpoons \text{CuS}\downarrow$
- B. H_2SO_3 溶液中滴加 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液: $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{Ba}^{2+} \rightleftharpoons \text{BaSO}_3\downarrow + 2\text{H}^+$
- C. NaHCO_3 溶液中通入少量 Cl_2 : $2\text{HCO}_3^- + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{CO}_2 + \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$
- D. 用 FeCl_3 溶液刻蚀覆铜板制作印刷电路板: $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$

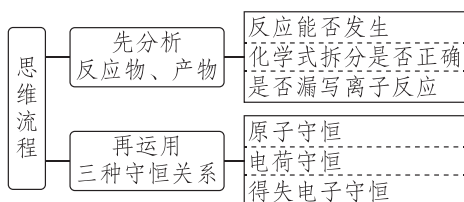
例 2 [2023·浙江6月选考] 下列反应的离子方程式正确的是 ()

- A. 碘化亚铁溶液与等物质的量的氯气: $2\text{Fe}^{2+} + 2\text{I}^- + 2\text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + \text{I}_2 + 4\text{Cl}^-$
- B. 向次氯酸钙溶液通入足量二氧化碳: $\text{ClO}^- + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{HCO}_3^-$
- C. 铜与稀硝酸: $\text{Cu} + 4\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- D. 向硫化钠溶液通入足量二氧化硫: $\text{S}^{2-} + 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} + 2\text{HSO}_3^-$

例 3 [2024·北京卷] 下列方程式与所给事实不相符的是 ()

- A. 海水提溴过程中,用氯气氧化苦卤得到溴单质: $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$
- B. 用绿矾($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)将酸性工业废水中的 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 转化为 Cr^{3+} : $6\text{Fe}^{2+} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ \rightleftharpoons 6\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$
- C. 用 5% Na_2SO_4 溶液能有效除去误食的 Ba^{2+} : $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow$
- D. 用 Na_2CO_3 溶液将水垢中的 CaSO_4 转化为溶于酸的 CaCO_3 : $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow$

【必备知识】1. 离子方程式正误判断的思维流程



2. 把握离子方程式正误判断的四个关键

分析反应体系	①考虑反应环境(溶液的酸碱性、氧化性、还原性等); ②考虑试剂加入的顺序; ③考虑反应物之间的量的关系(如少量、过量、等量)
分析物质表示	①易溶于水的强电解质(强酸、强碱和部分盐)拆分成离子形式; ②弱电解质、难溶物、单质、氧化物用化学式表示; ③微溶物的处理:“清拆分”“浊不拆”
分析反应产物	①考虑是否漏掉部分离子反应; ②考虑反应物的量不同对产物的影响; ③考虑物质的氧化性(或还原性)对产物的影响

(续表)

分析守恒规律	①考虑是否符合质量守恒(前后元素种类及对应原子个数); ②考虑是否符合电荷守恒(电性种类相同、电荷数目相等); ③考虑氧化还原型离子方程式是否符合得失电子守恒
--------	---

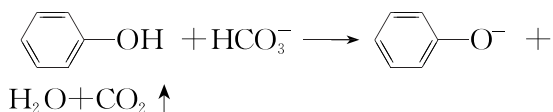
模拟演练

1. [2024·浙江宁波镇海中学调研] 下列反应的离子方程式正确的是 ()

- A. 漂白粉溶液中通入少量 CO_2 : $\text{ClO}^- + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{HCO}_3^-$
- B. 向酸性高锰酸钾溶液中加入过氧化氢溶液,紫色变浅: $2\text{MnO}_4^- + 7\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Mn}^{2+} + 6\text{O}_2 \uparrow + 10\text{H}_2\text{O}$
- C. 向 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液中滴加稀硫酸,溶液变浑浊: $3\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 4\text{S} \downarrow + 2\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
- D. 硫单质溶于强碱溶液: $3\text{S} + 6\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{S}^{2-} + \text{SO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}$

2. 下列生产或实验对应的离子方程式正确的是 ()

- A. 过量氯气通入亚硫酸氢钠溶液: $2\text{HSO}_3^- + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Cl}^- + \text{SO}_2 + 2\text{H}^+$
- B. 将双氧水滴入被盐酸酸化的 KMnO_4 溶液验证 H_2O_2 的还原性: $5\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{MnO}_4^- + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 5\text{O}_2 \uparrow + 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O}$
- C. 苯酚浊液中滴加碳酸氢钠溶液:



- D. 工业制备烧碱: $2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$

3. [2024·浙江嘉兴二模] 下列化学反应与方程式不相符的是 ()

- A. 向银氨溶液中加入过量盐酸: $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} + 3\text{H}^+ + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{AgCl} \downarrow + 2\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$
- B. FeSO_4 溶液中加入 H_2O_2 产生沉淀: $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 4\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 4\text{H}^+$
- C. 将二氧化硫通入氢硫酸中产生黄色沉淀: $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons 3\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$

素养提升(一) 物质结构与性质

题型特色	解题关键
高考中对于物质结构与性质的考查,常涉及电子排布式或价层电子排布、轨道表示式的书写,电离能、电负性大小比较,杂化方式、VSEPR 模型、分子(或离子)空间结构判断,微粒间相互作用对物质性质的影响,晶体结构的计算(常涉及晶体密度的计算、晶胞中原子数的计算及晶体化学式的确定等),侧重发展学生宏观辨识与微观探析学科素养	基于原子核外电子排布,应用相关规律分析问题,应用价层电子对互斥模型和杂化轨道理论,分析分子或离子的空间结构、杂化方式等;重视教材中典型晶体结构模型,形成完整的认识,构建结构的思维模型

考点1 核外电子排布、电离能与电负性的对比分析

例1 (1)[2024·浙江6月选考节选] 下列有关单核微粒的描述正确的是_____。

- A. Ar 的基态原子电子排布方式只有一种
B. Na 的第二电离能 $>$ Ne 的第一电离能
C. Ge 的基态原子简化电子排布式为 $[\text{Ar}]4s^24p^2$
D. Fe 原子变成 Fe^+ , 优先失去 3d 轨道上的电子

(2)[2024·浙江1月选考节选] 下列说法正确的是_____。

- A. 电负性: $\text{B} > \text{N} > \text{O}$
B. 离子半径: $\text{P}^{3-} < \text{S}^{2-} < \text{Cl}^-$
C. 第一电离能: $\text{Ge} < \text{Se} < \text{As}$
D. 基态 Cr^{2+} 的简化电子排布式: $[\text{Ar}]3d^4$

例2 (1)[2023·浙江6月选考节选] 基态 N 原子的价层电子排布式是_____。

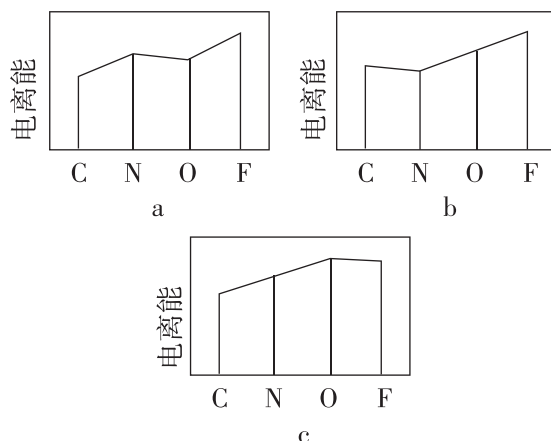
(2)[2023·浙江1月选考节选] 由硅原子核形成的三种微粒, 电子排布式分别为① $[\text{Ne}]3s^23p^2$ 、② $[\text{Ne}]3s^23p^1$ 、③ $[\text{Ne}]3s^23p^14s^1$, 有关这些微粒的叙述, 正确的是_____。

- A. 微粒半径: ③ $>$ ① $>$ ②
B. 电子排布属于基态原子(或离子)的是①②
C. 电离一个电子所需最低能量: ① $>$ ② $>$ ③
D. 得电子能力: ① $>$ ②

例3 (1)[2023·北京卷节选] 硫代硫酸盐是一类具有应用前景的浸金试剂。硫代硫酸根($\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$)可看作是 SO_4^{2-} 中的一个 O 原子被 S 原子取代的产物。比较 S 原子和 O 原子的第一电离能大小, 从原子结构的角度说明理由: _____。

(2)[2022·全国甲卷节选] 图 a、b、c 分别表示 C、N、O 和 F 的逐级电离能 I 变化趋势(纵坐标的标度不同)。第一电离能的变化图是_____ (填标号), 判断的根据是_____。

第三电离能的变化图是_____ (填标号)。



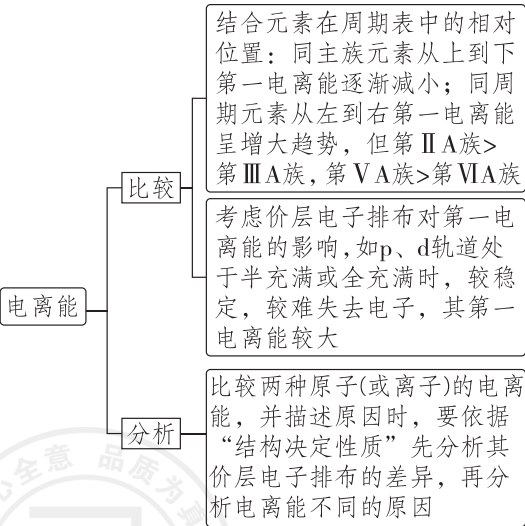
(3)[2022·河北卷节选] Cu 与 Zn 相比,第二电离能与第一电离能差值更大的是_____,原因是_____。

【必备知识】

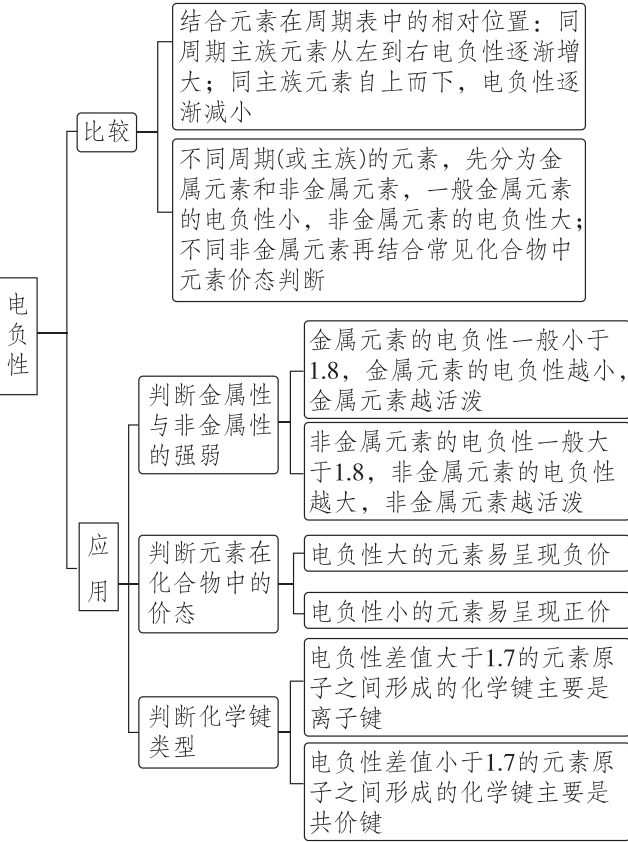
1. 基态原子的核外电子排布规律

能量最低原理	在构建基态原子时,电子将尽可能地占据能量最低的原子轨道,使整个原子的能量最低
泡利(不相容)原理	在一个原子轨道里,最多只能容纳 2 个电子,它们的自旋相反,如 $2s^2$ 的轨道表示式为 $\uparrow\downarrow$,不能表示为 $\uparrow\uparrow$
洪特规则	基态原子中,填入简并轨道的电子总是先单独分占,且自旋平行,如 $2p^3$ 的轨道表示式为 $\uparrow\uparrow\uparrow$,不能表示为 $\uparrow\downarrow\uparrow$ 或 $\uparrow\uparrow\downarrow$

2. 电离能的比较及分析



3. 电负性的比较及应用



【对点练 1】 (1)卤族元素可以与很多元素形成多种具有不同组成、结构、性质的物质。基态氟原子价层电子的轨道表示式为_____。

(2)Li、B、C、Ga 等元素的单质或化合物在很多领域有广泛的应用。基态₃₁Ga 原子的价层电子排布为_____。

(3)[2024·山东菏泽模拟] 钛金属重量轻、强度高、有良好的抗腐蚀能力,其单质及其化合物在航空航天、武器装备、能源、化工、冶金、建筑和交通等领域应用前景广阔。三氟化钛可用于制取钛氟玻璃,基态 F 原子核外有_____个未成对电子,基态 Ti 原子形成的基态 Ti^{3+} 价层电子排布为_____。

【对点练 2】 [2024·浙江台州质检] P 元素位于周期表的第 15 列。P 可形成许多结构和性质特殊的化合物。请回答下列问题:

- (1)基态 P 原子的价层电子轨道表示式为_____。
- (2)下列说法不正确的是_____。
- A. 非金属性:As<P<N
- B. 第二电离能(I_2)大小: $I_2(Si)<I_2(P)<I_2(S)<I_2(Na)$
- C. 电负性:P<As<O
- D. O—H 的键能: $F_2(PO)OH<Cl_2(PO)OH$

【对点练3】 (1)CdS、ZnS等硫化物与TiO₂、SnO₂、ZnO等进行复合,可以得到性能很好的复合半导体光催化剂。Sn与C同主族,基态Sn原子的价层电子排布为_____,基态Ti原子核外电子有_____种空间运动状态,基态Zn²⁺核外未成对电子数为_____,ZnS、ZnO中各元素的电负性由大到小的顺序为_____。

(2)Mn、Fe的部分电离能如下表,比较表中Mn、Fe两元素的I₂、I₃可知,气态Mn²⁺再失去一个

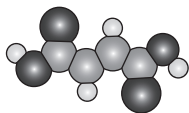
电子比气态Fe²⁺再失去一个电子_____ (填“易”或“难”)。你的解释是_____。

元素		Mn	Fe
电离能/(kJ·mol ⁻¹)	I ₁	717	759
	I ₂	1509	1561
	I ₃	3248	2957

考点2 共价键与键角判断

考向1 共价键的分类及判断

例1 (1)[2022·湖南卷节选] 富马酸亚铁(FeC₄H₂O₄)是一种补铁剂。富马酸分子的结构模型如图所示:

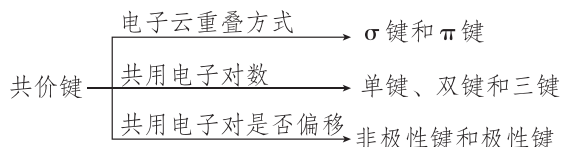


富马酸分子中σ键与π键的数目比为_____。

(2)[2023·山东卷节选] ClO₂中心原子为Cl, Cl₂O中心原子为O,二者均为V形结构,但ClO₂中存在大π键(Π₃⁵)。比较ClO₂与Cl₂O中Cl—O的键长并说明原因:_____。

例2 [2023·北京卷节选] 硫代硫酸盐是一类具有应用前景的浸金试剂。硫代硫酸根(S₂O₃²⁻)可看作是SO₄²⁻中的一个O原子被S原子取代的产物。浸金时,S₂O₃²⁻作为配体可提供孤电子对与Au⁺形成[Au(S₂O₃)₂]³⁻。分别判断S₂O₃²⁻中的中心S原子和端基S原子能否作配位原子并说明理由:_____。

【必备知识】



(1)σ键和π键的判断方法

①由原子轨道重叠方式判断:“头碰头”重叠为σ键,

杂化类型与分子空间结构

“肩并肩”重叠为π键。

②由共价键数目判断:单键为σ键;双键或三键,其中一个为σ键,其余为π键。

③由成键轨道类型判断:s轨道形成的共价键全是σ键;杂化轨道形成的共价键全为σ键。

(2)大π键

①简介:大π键一般是三个或更多个原子间形成的,是未杂化轨道中原子轨道“肩并肩”重叠形成的π键。

②表达式Π_mⁿ:m代表参与形成大π键的原子数,n代表参与形成大π键的电子数。如常见分子(或离子)

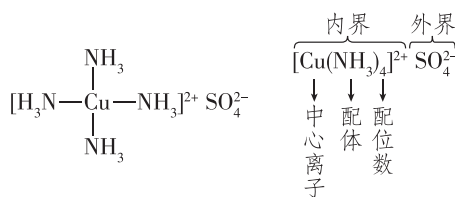
中的大π键: 中大π键可表示为Π₆⁶;

CH₂=CH—CH=CH₂ 中的大π键可表示为Π₄⁴;

N₃⁻ 中的大π键可表示为Π₃⁴。

(3)配位键与配位化合物的结构

以[Cu(NH₃)₄]SO₄为例:



配合物的组成

①配体:含有孤电子对的分子或离子,如NH₃、H₂O、CO、Cl⁻、Br⁻、I⁻、SCN⁻等。

②中心离子:一般是金属离子,特别是过渡金属离子,如Cu²⁺、Fe³⁺等。

③配位数:直接同中心原子(或离子)配位的含有孤电子对的原子(或离子)的数目。

④常见配合物:如[Cu(NH₃)₄](OH)₂、[Cu(NH₃)₄]SO₄、[Ag(NH₃)₂]OH、Fe(SCN)₃、Fe(CO)₅等。

【对点练 1】 钛合金是以钛元素为基础加入其他元素组成的合金,因具有强度高、耐腐蚀性好、耐热性高等特点而被广泛用于各个领域。回答下列问题:

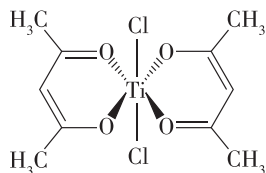
(1) N_2F_2 (二氟氮烯)、二氧化钛、 COCl_2 (光气)、 SOCl_2 (二氯亚砷)等都是重要的卤化试剂,其中二氧化钛与 COCl_2 (光气)、 SOCl_2 反应可用于制取四氯化钛。

① N_2F_2 (二氟氮烯)分子中,氮原子的杂化类型为 sp^2 ,则 N_2F_2 的结构式为_____。

② COCl_2 中 σ 键和 π 键的数目比为_____。

③ SOCl_2 是_____分子。(填“极性”或“非极性”)

(2) 钛的某配合物可用于催化环烯烃聚合,其结构如图所示:



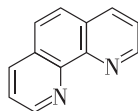
该配合物中存在的化学键有_____ (填字母)。

- a. 离子键 b. 配位键 c. 金属键
d. 共价键 e. 氢键

【对点练 2】 (1) [2024 · 北京大兴区三模] 铁(Fe)、钴(Co)、镍(Ni)是第四周期第Ⅷ族的元素,称为铁系元素,相关化合物在科研及生产生活中应用广泛。

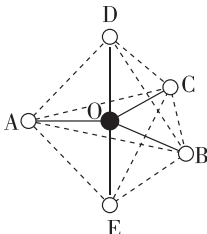
邻二氮菲(phen)与 Fe^{2+} 生成稳定的橙红色邻二氮菲亚铁离子 $[\text{Fe}(\text{phen})_3]^{2+}$,可用于 Fe^{2+} 的测定,邻二氮菲的结构简式如图所示。 $[\text{Fe}(\text{phen})_3]^{2+}$ 中,存在的化学键有_____。

- a. 配位键 b. 离子键
c. π 键 d. 氢键



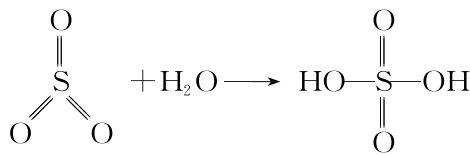
(2) 大 π 键可用符号 Π_m^n 表示,其中 m 代表参与形成大 π 键的原子数, n 代表参与形成大 π 键的电子数,则 SO_3 中的大 π 键可表示为_____。

(3) [2024 · 浙江台州质评] 常温下,五氯化磷为白色固体,熔融状态下能导电,气态时以 PCl_5 分子存在。气态 PCl_5 分子结构如图所示,O 位于等边三角形 ABC 的中心,DOE 垂直于 ABC 的平面,黑球为 P,白球为 Cl,比较键长大小:键长 OD _____ OA (填“>”“<”或“=”)。



考向 2 杂化类型与分子空间结构、键角大小 判断及原因解释

例 3 (1) [2024 · 浙江 1 月选考节选] 已知:



① $\text{H}_2\text{N}-\text{NH}_2 + \text{H}^+ \longrightarrow \text{H}_2\text{N}-\text{NH}_3^+$, 其中 $-\text{NH}_2$ 的 N 原子杂化方式为_____;比较键角 $\angle\text{HNNH}$: $\text{H}_2\text{N}-\text{NH}_2$ 中的一 NH_2 _____ $\text{H}_2\text{N}-\text{NH}_3^+$ 中的一 NH_3^+ (填“>”“<”或“=”),请说明理由:_____。

② 将 HNO_3 与 SO_3 按物质的量之比 1 : 2 发生化合反应生成 A,测得 A 由 2 种微粒构成,其中之一是 NO_2^+ 。比较氧化性强弱: NO_2^+ _____ HNO_3 (填“>”“<”或“=”);写出 A 中阴离子的结构式:_____。

(2) [2023 · 浙江 1 月选考节选] 硅材料在生活中占有重要地位。 $\text{Si}(\text{NH}_2)_4$ 分子的空间结构(以 Si 为中心)名称为_____,分子中氮原子的杂化轨道类型是_____。 $\text{Si}(\text{NH}_2)_4$ 受热分解生成 Si_3N_4 和 NH_3 ,其受热不稳定的原因是_____。

例 4 (1) [2024 · 山东卷节选] $[\text{BMIM}]^+ \text{BF}_4^-$ (见图)是 MnO_x 晶型转变的诱导剂。 BF_4^- 的空间结构为_____; $[\text{BMIM}]^+$ 中咪唑环存在 Π_5^6 大 π 键,则 N 原子采取的轨道杂化方式为_____。



(2) [2023 · 北京卷节选] 硫代硫酸盐是一类具有应用前景的浸金试剂。硫代硫酸根 ($\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) 可看作是 SO_4^{2-} 中的一个 O 原子被 S 原子取代的产物。 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 的空间结构是_____。

(3) [2023 · 山东卷节选] ClO_2 中心原子为 Cl, Cl_2O 中心原子为 O,二者均为 V 形结构,但 ClO_2 中存在大 π 键 (Π_3^5)。 ClO_2 中 Cl 原子的轨道杂化方式为_____; $\text{O}-\text{Cl}-\text{O}$ 键角 _____ $\text{Cl}-\text{O}-\text{Cl}$ 键角 (填“>”“<”或“=”)。

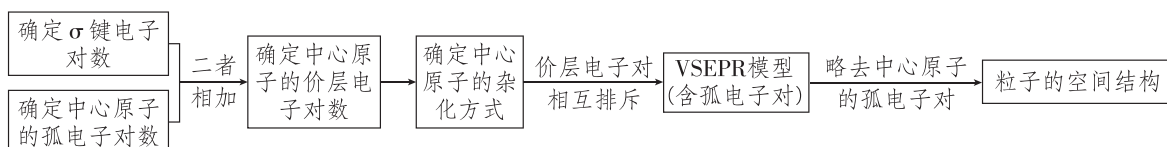
【解题策略】

1. 中心原子杂化类型和分子空间结构的相互判断

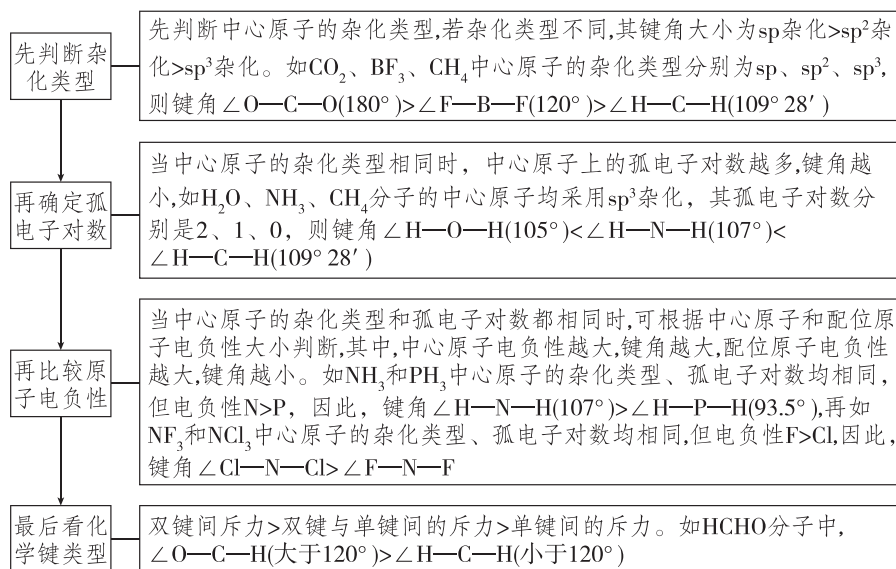
中心原子的杂化类型和分子空间结构有关,二者之间可以相互判断。

分子组成 (A 为中心原子)	价层电子对数 (杂化轨道数)	中心原子的 孤电子对数	中心原子的 杂化方式	分子空间结构	实例
AB ₂ (或 B ₂ A)	2	0	sp	直线形	CO ₂ 、BeCl ₂
	3	1	sp ²	V 形	SO ₂ 、SnCl ₂ 、PbCl ₂
	4	2	sp ³	V 形	H ₂ O、H ₂ S
AB ₃	3	0	sp ²	平面三角形	BF ₃ 、SO ₃
	4	1	sp ³	三角锥形	NH ₃ 、PH ₃
AB ₄	4	0	sp ³	正四面体形	CH ₄ 、SO ₄ ²⁻ 、CCl ₄ 、NH ₄ ⁺

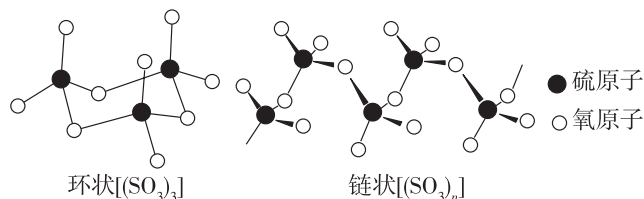
2. 中心原子的杂化轨道类型及粒子的空间结构判断模型



3. 判断键角大小的思维流程



【对点练 1】 [2024·浙江稽阳二模] 煅烧胆矾可得三氧化硫,液态三氧化硫有单分子 SO₃ 和三聚体(SO₃)₃ 两种形式,固态三氧化硫易升华,易溶于水,主要以三聚体和无限长链(SO₃)_n 两种形式存在。下列说法不正确的是_____。

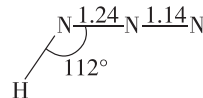


- A. SO₃ 中心原子为 sp² 杂化,空间结构为平面三角形
- B. 环状(SO₃)₃ 中硫原子的杂化轨道类型为 sp²

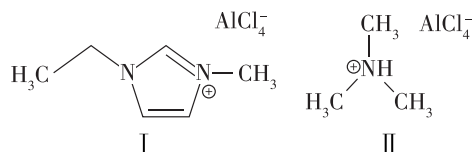
C. 单分子 SO₃ 和链状(SO₃)_n 均是分子晶体

D. 链状(SO₃)_n 中 sp³ 杂化的氧原子为 3n 个

【对点练 2】 (1)[2024·浙江金丽衢十二校联考] HN₃ 分子的空间结构如图所示(图中键长单位为 10⁻¹⁰ m)。N—N、N=N 和 N≡N 的共价键键长分别为 1.40×10⁻¹⁰ m、1.20×10⁻¹⁰ m 和 1.09×10⁻¹⁰ m。试依据信息画出 HN₃ 分子的结构式:_____ , 分子中 N 原子的杂化方式为_____。



(2)铝离子电池能量密度高、成本低且安全性高,是有前景的下一代储能电池。铝离子电池一般采用离子液体作为电解质,两种离子液体的结构如下。



化合物 I 中碳原子的杂化轨道类型为_____,
化合物 II 中阳离子的空间结构为_____。

【对点练 3】 (1) N_2O 和 NO_2 中心原子都是 N 原子,都存在大 π 键(Π_3^4), NO_2 是 V 形分子。 N_2O 、 NO_2 中心 N 原子的轨道杂化方式分别为_____,_____;N—N—O 键角_____,O—N—O 键角(填“>”“<”或“=”)。

(2)[2024·山东烟台一模] 广谱杀虫剂硫酰氟(SO_2F_2)常温常压下为无色气体,S 原子的轨道杂化方式为_____,其 F—S—F 键角_____硫酰氯(SO_2Cl_2)中的 Cl—S—Cl 键角(填“>”或“<”),原因是_____。

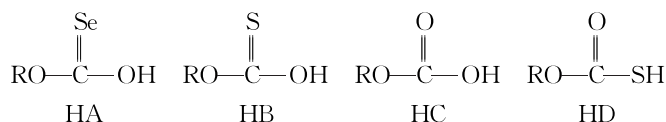
(3)[2024·浙江宁波镇海中学调研] 噻吩()

和呋喃()是常见的有机化学试剂。已知噻吩中 $\angle\text{C—S—C}=93^\circ$,而呋喃中 $\angle\text{C—O—C}$ 与 sp^2 杂化较接近,说明二者不同的原因:_____。

考点 3 分子结构与物质性质原因解释

考向 1 分子极性、键的极性对分子性质的影响

例 1 (1)[2024·浙江 6 月选考节选] 化合物 HA、HB、HC 和 HD 的结构如图。

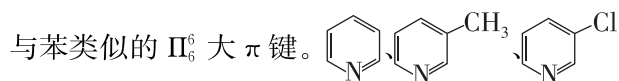


①HA、HB 和 HC 中羟基与水均可形成氢键($\text{—O—H}\cdots\text{OH}_2$),按照氢键由强到弱对三种酸排序:_____,请说明理由:_____。

②已知 HC、HD 钠盐的碱性 $\text{NaC}>\text{NaD}$,请从结构角度说明理由:_____。

(2)[2023·浙江 6 月选考节选] 给出 H^+ 的能力: NH_3 _____ $[\text{CuNH}_3]^{2+}$ (填“>”或“<”),理由是_____。

(3)[2022·山东卷节选] 已知吡啶()中含有与苯类似的 Π_6^6 大 π 键。



的碱性随 N 原子电子云密度的增大而增强,其中碱性最弱的是_____。

【解题策略】

1. 极性分子、非极性分子的判断

(1)空间结构对称法

分子类型	空间结构	分子极性	代表物
A_2	直线形	非极性分子	O_2 、 H_2
AB		极性分子	HF、CO
AB_2	直线形	非极性分子	CO_2 、 CS_2
	V 形	极性分子	SO_2 、 H_2O 、 H_2S
AB_3	平面三角形	非极性分子	BF_3 、 AlCl_3
	三角锥形	极性分子	NH_3 、 PCl_3
AB_4	正四面体形	非极性分子	CH_4 、 CCl_4

一般情况下结构对称的分子为非极性分子,结构不对称的分子为极性分子。

(2)化合价法

AB_n 型分子中,中心原子化合价的绝对值=该元素的价电子数,该分子为非极性分子。

常见 AB_n 型分子的极性判断

分子	BF_3	CO_2	PCl_5	SO_3	H_2O	NH_3	SO_2
化合价绝对值	3	4	5	6	2	3	4
价电子数	3	4	5	6	6	5	6
分子极性	非极性	非极性	非极性	非极性	极性	极性	极性

(3)孤电子对法(AB_n 型): A 无孤电子对的为非极性分子,否则为极性分子。如:

分子	CO_2	CH_4	SO_3	PCl_5	SF_6	PCl_3	SO_2
有无孤电子对	无	无	无	无	无	有	有
分子极性	非极性	非极性	非极性	非极性	非极性	极性	极性

解释:若没有孤电子对,几个共价键电子对互相排斥,能达到非常均匀对称状态;一旦有孤电子对后,相当于有了额外的作用力,导致分子没有非常好的对称性。

2. 键的极性对有机酸酸性的影响

电子云密度分布的改变,引起键的极性改变,对有机酸酸性强弱有影响。如羧酸酸性强弱比较:烃基是推电子基,烃基越多,推电子效应越明显,羧基中 $O-H$ 的极性越小, $O-H$ 越不容易断裂,不易电离出 H^+ ,酸性越小。

三氟乙酸酸性大于三氯乙酸:氟的电负性大于氯, $F-C$ 的极性大于 $Cl-C$ 的极性,使 F_3C- 的极性大于 Cl_3C- 的极性,导致三氟乙酸的羧基中的羟基的极性更大,更易电离出氢离子。同理,三氯乙酸的酸性大于二氯乙酸的,二氯乙酸的酸性大于氯乙酸的。

- 【对点练 1】** (1)F 的氢化物与 Cl 的氢化物相比,分子极性较大的是_____ (写化学式)。
 (2) NH_3 和 PH_3 都是极性分子,其中极性较大的是 NH_3 ,原因是_____。
 (3)已知 OF_2 分子的极性比水分子的极性弱,其原因是_____。

- 【对点练 2】** (1)根据所学知识比较① CH_3COOH 、② $CH_2ClCOOH$ 、③ CH_2FCOOH 的酸性,由大到小排列为_____ (填编号)。

A. ①②③

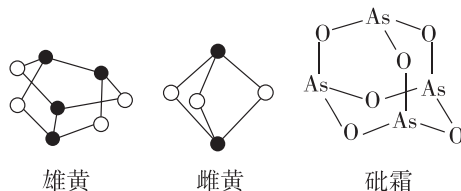
B. ③①②

C. ②①③

D. ③②①

(2)[2024·福建厦门湖滨中学模拟] 三氟乙酸乙酯($CF_3COOC_2H_5$)是制备某种抗病毒药物的原料,合成该分子所需的原料三氟乙酸的酸性_____乙酸的酸性(填“大于”或“小于”),请解释原因:_____。

(3)雄黄(As_4S_4)、雌黄(As_2S_3)、砒霜(As_2O_3)是三种常见的含砷化合物,已知含砷化合物的毒性随其溶解性的增大而增强,三种物质的结构如图所示。



分析雄黄和雌黄毒性远小于砒霜的原因:_____。

考向 2 分子间作用力对物质性质影响的原因解释

例 2 (1)[2022·浙江 1 月选考节选] 两种有机物的相关数据如下表:

物质	$HCON(CH_3)_2$	$HCONH_2$
相对分子质量	73	45
沸点/ $^{\circ}C$	153	220

$HCON(CH_3)_2$ 的相对分子质量比 $HCONH_2$ 的大,但其沸点反而比 $HCONH_2$ 的低,主要原因是_____。

(2)[2022·山东卷节选] 已知吡啶()中含有与苯类似的 Π_6^6 大 π 键。在水中的溶解度,吡啶远大于苯,主要原因是

- ①_____,
 ②_____。

(3)[2024·山东卷节选] MnO_x 可作 HMF 转化为 FDCA 的催化剂(见图)。FDCA 的熔点远大于 HMF,除相对分子质量存在差异外,另一重要原因是_____。

