

回归课本容易被忽略的考点

——选择性必修2：物质结构与性质

考点1. 课本 P7 原子光谱

在日常生活中，我们看到的许多可见光，如焰火、霓虹灯光、激光、荧光、LED灯光……都与原子核外电子跃迁释放能量有关。

二、基态与激发态 原子光谱

处于最低能量状态的原子叫做基态原子。基态原子吸收能量，它的电子会跃迁到较高能级，变为激发态原子。例如，电子可以从1s跃迁到2s、3s……相反，电子从较高能量的激发态跃迁到较低能量的激发态乃至基态时，将释放能量。光（辐射）是电子跃迁释放能量的重要形式。

在日常生活中，我们看到的许多可见光，如焰火、霓虹灯光、激光、荧光、LED灯光……都与原子核外电子跃迁释放能量有关。



激光笔



LED灯装饰的建筑夜景

图1-3 激光的产生、LED灯发光都与电子跃迁有关

光谱 spectrum
光谱分析 spectrum analysis



图1-2 节日燃放的焰火与电子跃迁有关

如下：2025 德阳二模

例. (2025·四川德阳·二模) 下列有关物质结构或性质的解释合理的是

选项	实例	解释
A	某些金属灼烧时有特征焰色	核外电子受热吸收能量跃迁至较高能级

2024 全国模拟预测

例. (2024·全国·模拟预测) 从微观视角探析物质结构及性质是学习化学的有效方法。下列实例与解释均正确且相符的是

选项	实例	解释
D	烟花如绚烂的繁星，在夜空中绽放出最灿烂的色彩	烟花的色彩是金属元素原子核外电子由基态向激发态跃迁造成的

考点 2. 课本 P11 离散的谱线

在原子核外的电子的能量是量子化的，只能取一定数值，称为定态，而原子光谱的谱线是不同定态的电子发生跃迁产生的，因而是离散的而不是连续的谱线。

离散的谱线

1814 年，德国物理学家夫琅禾费 (J. Fraunhofer, 1787—1826) 发明了分光镜并用来看察太阳光，发现在太阳光谱中有 570 多条黑线 (现知几千条)，后人称之为夫琅禾费线。

1859 年，德国科学家本生 (R. W. Bunsen, 1811—1899) 和基尔霍夫 (G. R. Kirchhoff, 1824—1887) 发明了光谱仪，证实了夫琅禾费线实质上是原子的吸收光谱，并一一找到对应的元素。例如，被夫琅禾费标记为 D 的双线源自钠 (如图 1-6)，后人称为钠双线。然而，原子光谱为什么是离散的谱线而不是连续的呢？丹麦科学家玻尔破解了这个百年之谜。

1913 年，玻尔创造性地假设，被束缚在原子核外的电子的能量是量子化的，只能取一定数值，称为定态，而原子光谱的谱线是不同定态的电子发生跃迁产生的，因而是离散的而不是连续的谱线。1925 年，德国科学家洪特解释了复杂光谱，得出了过渡元素 (包括铬和铜等) 的光谱学基态原子的电子排布，为构造原理的确立奠定了基础。

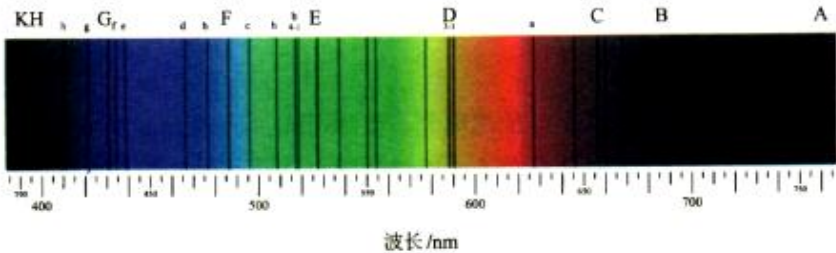


图 1-6 太阳光谱里的夫琅禾费线

如下：2024 河南真题

例. (2024·河北·高考真题) 从微观视角探析物质结构及性质是学习化学的有效方法。下列实例与解释不符的是

选项	实例	解释
A	原子光谱是不连续的线状谱线	原子的能级是量子化的

2025 北京房山一模

例. (2025·北京房山·一模) 从微观视角探析物质结构及性质是学习化学的有效方法。下列对事实的解释不正确的是

选项	实例	解释
A	原子光谱是不连续的线状谱线	原子的能级是量子化的

考点 3. 课本 P22 对角线规则

在元素周期表中，某些主族元素与右下方的主族元素（如图 1-20）的有些性质是相似的（如锂和镁在过量的氧气中燃烧均生成正常氧化物，而不是过氧化物），这种相似性被称为对角线规则。

思考与讨论

在元素周期表中，某些主族元素与右下方的主族元素（如图 1-20）的有些性质是相似的（如锂和镁在过量的氧气中燃烧均生成正常氧化物，而不是过氧化物），这种相似性被称为对角线规则。

（1）对角线规则是从相关元素及其化合物的许多性质中总结出来的经验规则。在科学研究中，你对类似对角线规则这样的经验规则有何看法？

（2）以“对角线规则”为关键词，利用互联网搜索有关资料，比较锂和镁、铍和铝、硼和硅三对元素及其化合物性质的相似性。

Li	Be	B	
	Mg	Al	Si

图 1-20 体现对角线规则的相关元素

如下：2025 四川遂宁三模

例.（2025·四川遂宁·三模）从微观视角探析物质结构及性质是学习化学的有效方法。下列实例与解释不符的是

选项	实例	解释
B	铍和铝都能与 NaOH 反应	铍和铝电负性相近,极化能力相似

2024 湖南模拟

例.（2024·湖南·模拟预测）证据与推理是中学化学的学科核心素养之一，下列类推正确的是

C. 根据对角线规则，元素 Li 和 Mg 的有些性质相似，推测元素 Be 和 Al 的有些性质也相似

考点 4. 课本 P35 δ 键和 π 键的形成过程

σ 键是由两个原子的 p 轨道“头碰头”重叠形成的；而 π 键是由两个原子的 p 轨道“肩并肩”重叠形成的。



图 2-1 氢原子形成氢分子的过程示意

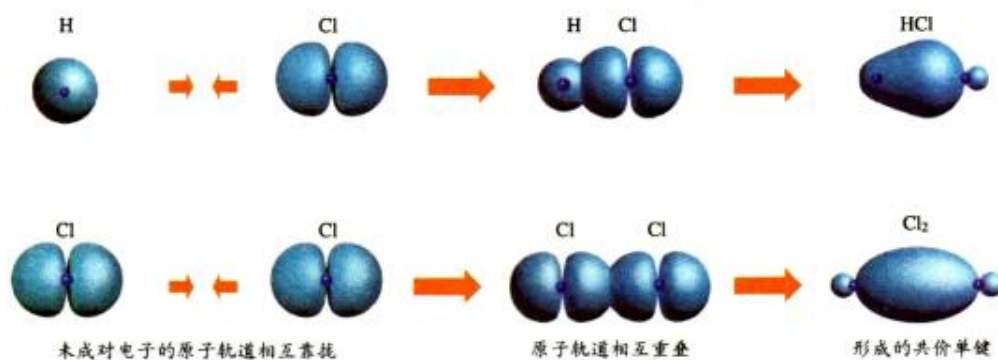


图2-2 H—Cl的s-p σ 键和Cl—Cl的p-p σ 键的形成

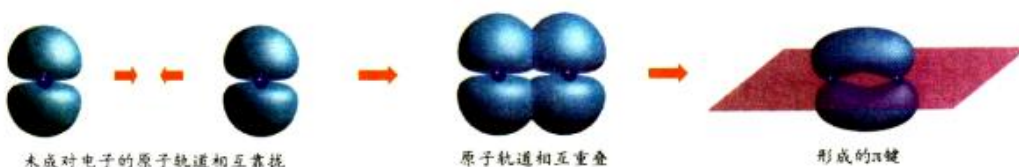
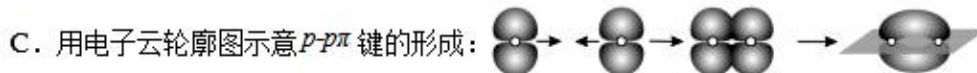


图2-3 p-p π 键的形成

如下：**2024 湖北真题**

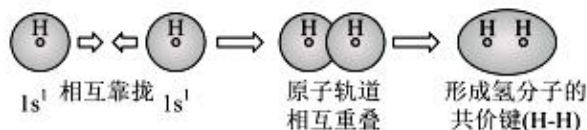
例. (2024·湖北·高考真题) 化学用语可以表达化学过程，下列化学用语表达错误的是



2023 湖北真题

例. (2023·湖北·高考真题) 化学用语可以表达化学过程，下列化学用语的表达错误的是

C. 用电子云轮廓图表示H-H的s-s σ 键形成的示意图：



2024 河南二模

例. (2025·河南·二模) 实验室常用氯化钠粉末和浓硫酸制备氯化氢，化学反应为



考点 5. 课本 P42 质谱法测定分子的相对分子质量

科学·技术·社会

用质谱法测定分子的相对分子质量

现代化学常利用质谱仪(如图 2-7)测定分子的相对分子质量。它的基本原理(如图 2-8)是在质谱仪中使分子失去电子变成带正电荷的分子离子和碎片离子等粒子。由于生成的离子具有不同的相对质量,它们在



图 2-7 质谱仪

高压电场加速后,通过狭缝进入磁场得以分离,在记录仪上呈现一系列峰,化学家对这些峰进行系统分析,便可得知样品分子的相对分子质量。例如,图 2-9 的纵坐标是相对丰度(与粒子的浓度成正比),横坐标是粒子的相对质量与其电荷数之比($\frac{m}{z}$),简称质荷比。化学家通过分析得知, $\frac{m}{z}=92$ 的峰是甲苯分子的正离子($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3^+$), $\frac{m}{z}=91$ 的峰是丢失一个氢原子的甲苯正离子($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2^+$), $\frac{m}{z}=65$ 的峰是分子碎片……因此,便可推测被测物的相对分子质量是 92,该物质是甲苯($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$)。



图 2-8 质谱仪原理示意图

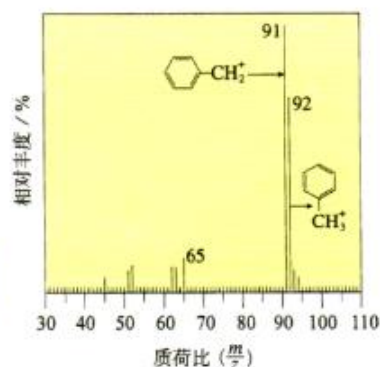


图 2-9 甲苯分子的质谱图

如下: 2024 湖南真题

例.(2024·湖南·高考真题)下列有关化学概念或性质的判断错误的是

C. 甲苯的质谱图中,质荷比为 92 的峰归属于 Cc1ccccc1

考点 6. 课本 P44 一些分子的空间结构模型

P_4 是正四面体结构, 夹角是 60°

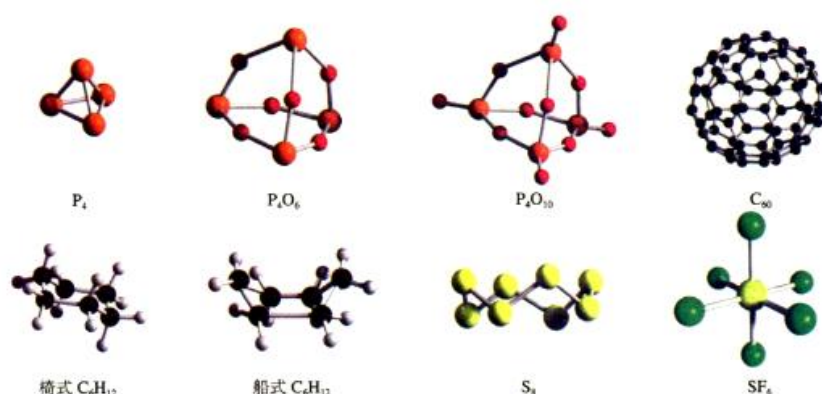


图 2-13 一些分子的空间结构模型

分子世界是如此异彩纷呈，美不胜收，常使人流连忘返。

分子空间结构与其稳定性有关。例如，图

2-13 中的 S_8 像顶皇冠，如果把其中一个向上的硫原子倒转向下，尽管也可以存在，却不如皇冠式稳定；又如，椅式 C_6H_{12} 比船式 C_6H_{12} 稳定。

如下：2024 宁夏模拟

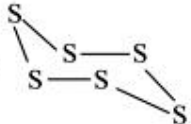
例. (2024 · 宁夏吴忠 · 一模) 白磷易自燃，国际上明令禁止使用白磷弹，工业上白磷可用于生产磷酸。白磷制备反应为： $2Ca_3(PO_4)_2 + 6SiO_2 + 10C \xrightarrow{1373-1713K} 6CaSiO_3 + P_4 + 10CO \uparrow$ 。设 N_A 为阿伏加德罗常数。下列有关说法正确的是

A. $62g P_4$ 中含 P-P 键数目为 $2N_A$

2024 河北模拟

例. (2024 · 河北 · 模拟预测) 在加热条件下，硫单质可以与 $NaOH$ 溶液反应：

$3S + 6NaOH \xrightarrow{\Delta} 2Na_2S + Na_2SO_3 + 3H_2O$ ， N_A 为阿伏加德罗常数，下列说法错误的是

B. S_8 是硫常见的一种单质，结构式为 ，则 $1mol S_8$ 中存在 S-S 的数目是 $6N_A$

2024 安徽二模

例. (2024 · 安徽 · 二模) 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值，下列叙述正确的是

A. $64g$ 环状的 S_8 分子中含有 S—S 键的数目为 $2N_A$

考点 7. 课本 P53

臭氧分子的空间结构与水分子的相似，其分子有极性，由于臭氧的极性微弱，它在四氯化碳中的溶解度高于在水中的溶解度。

臭氧分子的共价键是极性键。

资料卡片

臭氧是极性分子

臭氧是一种重要物质。大气高空的臭氧层保护了地球生物的生存；空气质量预报中臭氧含量是空气质量的重要指标；它还是有机合成的氧化剂、替代氯气的净水剂……

臭氧分子的空间结构与水分子的相似，其分子有极性，但很微弱，仅是水分子的极性的 28%。臭氧分子中的共价键是极性键，其中心氧原子是呈正电性的，而端位的两个氧原子是呈负电性的。由于臭氧的极性微弱，它在四氯化碳中的溶解度高于在水中的溶解度。

如下：2025 辽宁模拟

例. (2025 · 辽宁 · 模拟预测) 物质的结构决定其性质。下列实例与解释不相符的是

选项	实例	解释
C	臭氧在四氯化碳中比在水中溶解度大	臭氧和四氯化碳均为非极性分子，水为极性分子

2025 湖北模拟

例. (2024 · 湖北荆州 · 模拟预测) 物质的结构决定其性质。下列实例与解释均正确且相符的是

选项	实例	解释
C	臭氧在 CCl_4 中的溶解度高于在水中的溶解度	臭氧和 CCl_4 都是非极性分子，水是极性分子

考点 8. 课本 P53-54 表面活性剂和细胞膜

表面活性剂在水中会形成亲水基团向外、疏水基团向内的胶束(如图 2-19 中)。由于油渍等污垢是疏水的，会被包裹在胶束内腔，这就是肥皂和洗涤剂的去污原理。

细胞膜的两侧都是水溶液，水是极性分子，而构成膜的两性分子的头基是极性基团而尾基是非极性基团。



表面活性剂和细胞膜

有一大类称为表面活性剂的有机分子，分子的一端有极性，称为亲水基团，分子的另一端没有或者几乎没有极性，称为疏水基团。烷基磺酸根离子就是一种表面活性剂（如图2-19左）。

表面活性剂在水中会形成亲水基团向外、疏水基团向内的胶束（如图2-19中）。由于油渍等污垢是疏水的，会被包裹在胶束内腔，这就是肥皂和洗涤剂的去污原理。



图2-19 烷基磺酸根离子（左）、胶束（中）、表面活性剂在水的表面形成单分子层（右）

这些分子之所以称为表面活性剂，是由于它们会分散在水的液体表面形成一层疏水

基团朝向空气的单分子层，又称单分子膜（如图2-19右），从而大大降低水的表面张力。

人体细胞和细胞器的膜是双分子膜，双分子膜是由大量两性分子（一端有极性、另一端无极性）组装而成的，膜的简图如图2-20所示。

为什么双分子膜以头向外而尾向内的方式排列？这是由于细胞膜的两侧都是水溶液，水是极性分子，而构成膜的两性分子的头基是极性基团而尾基是非极性基团。

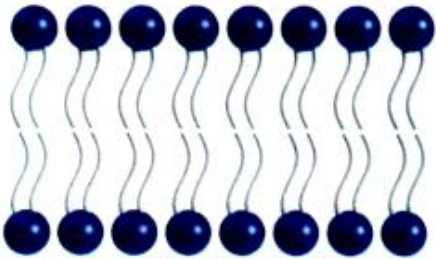


图2-20 细胞和细胞器的双分子膜

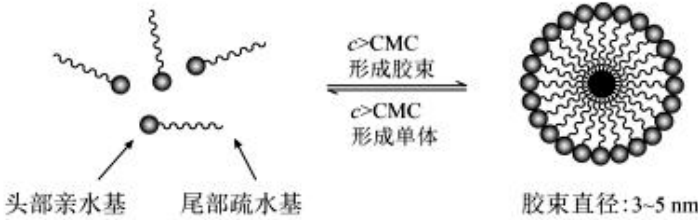
如下：2025 四川模拟

例。（2025·四川遂宁·三模）从微观视角探析物质结构及性质是学习化学的有效方法。下列实例与解释不符的是

选项	实例	解释
C	磷脂分子头部亲水，尾部疏水；细胞膜是磷脂双分子层	细胞膜双分子层头向外，尾向内排列

2025 辽宁模拟

例. (2025·辽宁·一模) 表面活性剂的浓度增大到临界浓度(CMC)时会形成胶束, 具有一系列优越的性能。下列说法正确的是



- A. 该过程描述的是超分子分子识别的特征
- B. 极性: 亲水基 < 疏水基
- C. 用一束强光照射达到 CMC 的表面活性剂水溶液可观察到丁达尔效应
- D. 其他条件相同, 表面活性剂的疏水基碳原子数和支链越少 CMC 越低

2025 湖北模拟

例. (2024·湖北·模拟预测) 结构决定性质, 性质决定用途。下列事实解释错误的是

	事实	解释
B	表面活性剂可以降低水的表面张力	表面活性剂在水面形成单分子膜, 破坏了水分子间的氢键

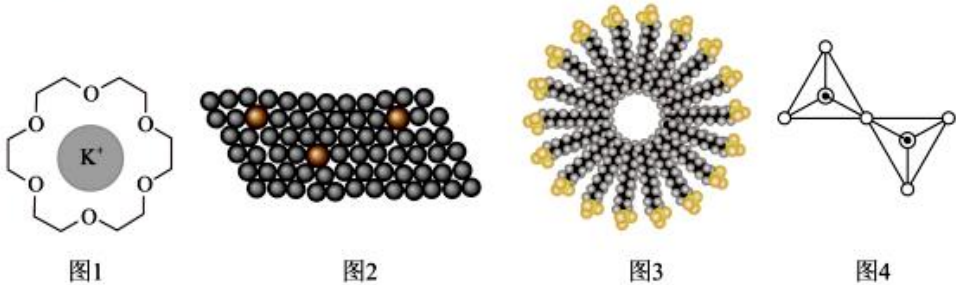
2024 四川成都模拟

例. (2024·四川成都·模拟预测) 下列事实与解释/原因之间的关系错误的是

	事实	解释/原因
B	硬脂酸钠是一种可用于清洗油污的表面活性剂	硬脂酸根的一端是亲水基团, 一端是疏水基团

2025 湖北二模

例. (2025·湖北·二模) 下列对有关物质结构或性质的描述错误的是



- C. 图 3 为烷基磷酸根离子在水中形成的胶束, 表现出超分子自组装的特征

考点 9. 课本 P54-55

三氟乙酸的酸性大于三氯乙酸的，这是由于氟的电负性大于氯的电负性，F-C 的极性大于 Cl-C 的极性，使 F₃C-的极性大于 Cl₃C-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。

烷基（符号 R—）是推电子基团，烷基越长推电子效应越大，使羧基中的羟基的极性越小，羧酸的酸性越弱。

甲酸的酸性大于乙酸的，乙酸的酸性大于丙酸的。

表 2-6 不同羧酸的 p*K*_a

羧酸	p <i>K</i> _a
丙酸 (C ₂ H ₅ COOH)	4.88
乙酸 (CH ₃ COOH)	4.76
甲酸 (HCOOH)	3.75
氯乙酸 (CH ₂ ClCOOH)	2.86
二氯乙酸 (CHCl ₂ COOH)	1.29
三氯乙酸 (CCl ₃ COOH)	0.65
三氟乙酸 (CF ₃ COOH)	0.23

思考与讨论

你已学过很多物质的化学性质，请举例与同学讨论分子结构对化学性质的影响。

由表 2-6 可见，三氟乙酸的酸性大于三氯乙酸的，这是由于氟的电负性大于氯的电负性，F—C 的极性大于 Cl—C 的极性，使 F₃C—的极性大于 Cl₃C—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。

烷基（符号 R—）是推电子基团，烷基越长推电子效应越大，使羧基中的羟基的极性越小，羧酸的酸性越

① $pK_a = -\lg K_a$ 。

弱。因此，甲酸的酸性大于乙酸的，乙酸的酸性大于丙酸的……随着烷基加长，酸性的差异越来越小。

如下：2025 全国模拟

例.（2024·全国·模拟预测）从微观视角探析物质结构及性质是学习化学的有效方法。下列实例与解释均正确且相符的是

选项	实例	解释
C	酸性：CH ₃ COOH > HCOOH	氢原子的推电子能力比甲基的强

2025 四川德阳二模

例. (2025·四川德阳·二模) 下列有关物质结构或性质的解释合理的是

选项	实例	解释
C	酸性: $CF_3COOH > CH_3COOH$	$-CF_3$ 为吸电子基团, $-CH_3$ 为推电子基团, 导致羧基中的羟基极性不同

2025 北京房山一模

例. (2025·北京房山·一模) 从微观视角探析物质结构及性质是学习化学的有效方法。下列对事实的解释不正确的是

选项	实例	解释
D	酸性: $CF_3COOH > CH_3COOH$	电负性 $F > H$, CF_3COOH 羧基中羟基的极性更大

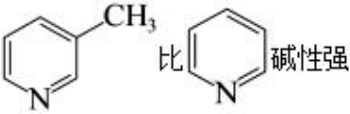
2024 山东二模

例. (2024·山东临沂·二模) 下列关于物质结构与性质的叙述错误的是

D. 甲基是推电子基团, 羟基是吸电子基团, 因此 CH_3NH_2 的碱性强于 NH_2OH

2025 山东泰安一模

例. (2025·山东泰安·一模) 物质结构决定物质性质, 下列性质差异用结构解释错误的是

选项	性质差异	解释
D		甲基是推电子基团, 使 N 电子云密度增大

考点 10. 课本 P55 分子结构修饰与分子的性质

分子结构修饰是指不改变分子的主体骨架，保持分子的基本结构不变，仅改变分子结构中的某些基团而得到的新分子。

分子结构修饰与分子的性质

分子结构修饰是指不改变分子的主体骨架，保持分子的基本结构不变，仅改变分子结构中的某些基团而得到的新分子。分子结

构被修饰后，分子的性质发生了改变。例如，用三个氯原子取代蔗糖分子（如图 2-21）中的三个羟基，就得到三氯蔗糖（如图 2-21）。

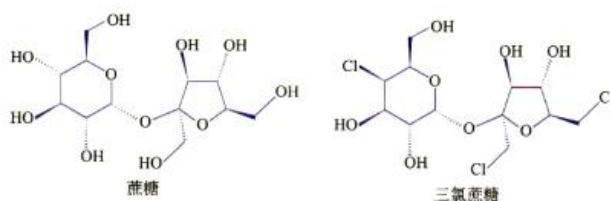


图 2-21 蔗糖和三氯蔗糖结构式

三氯蔗糖（如图 2-22），又名蔗糖素，其甜度是蔗糖的 600 倍，没有异味，具有热量值极低、安全性好等优点，可供糖尿病患者



图 2-22 三氯蔗糖

者食用，被认为是近乎完美的甜味剂。

分子结构修饰在药物设计与合成中有广泛的应用。为提高药物的治疗效果，降低毒副作用等，可将药物分子的结构进行修饰。例如，布洛芬具有抗炎、镇痛、解热作用，但口服该药对胃、肠道有刺激性，可以对该分子进行如图 2-23 所示的成酯修饰。

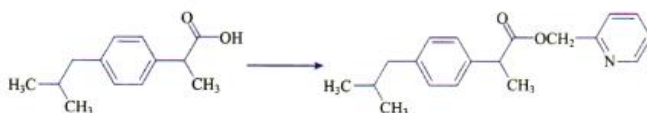
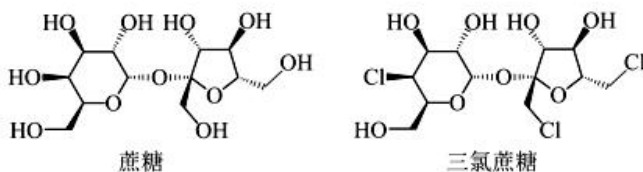


图 2-23 布洛芬的成酯修饰

24-25 高三上辽宁沈阳期中

例. (24-25 高三上·辽宁沈阳·期中) 分子结构修饰是指保持分子的基本结构不变，仅改变分子结构中的某些基团。如蔗糖修饰为三氯蔗糖(如下图)。下列说法正确的是



- A. 分子结构修饰过程属于物理变化
- B. 修饰前后碳原子的杂化方式没有变化，均为 sp^2 杂化
- C. 三氯蔗糖甜度小于蔗糖，所以适合糖尿病患者食用
- D. 蔗糖和三氯蔗糖手性碳原子的个数都是八个

考点 11. 课本 P57

氢键不仅存在于分子之间，有时也存在于分子内。邻羟基苯甲醛在分子内形成了氢键，在分子之间不存在氢键。对羟基苯甲醛不可能形成分子内氢键，只能在分子间形成氢键。因而，前者的沸点低于后者的沸点。

此外，实验还证实，氢键不仅存在于分子之间，有时也存在于分子内。如图 2-26 所示的邻羟基苯甲醛在分子内形成了氢键，在分子之间不存在氢键。对羟基苯甲醛（如图 2-27）不可能形成分子内氢键，只能在分子间形成氢键。因而，前者的沸点低于后者的沸点。

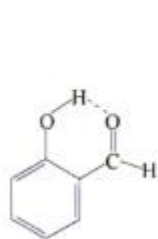


图 2-26 分子内氢键

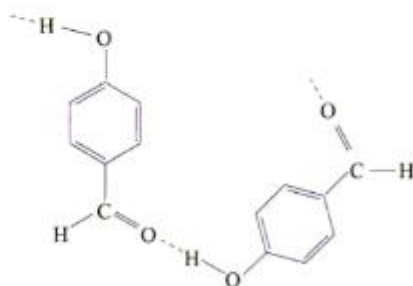


图 2-27 分子间氢键

如下：2024 湖北三模

例。（2024·湖北·三模）物质结构决定物质性质。下列性质差异与结构因素匹配错误的是

选择	性质差异	结构因素
C	沸点：邻二甲苯>对二甲苯	分子间作用力

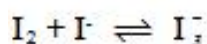
2025 河北唐山一模

例。（2025·河北唐山·一模）从微观视角探析物质结构及性质是学习化学的有效方法。下列实例与解释不符的是

选项	实例	解释
C	沸点：醋酸>硝酸	醋酸可形成分子间氢键，硝酸可形成分子内氢键

考点 12. 课本 P59

在碘水溶液中加入约 1mL 四氯化碳 (CCl₄)，振荡试管，观察碘被四氯化碳萃取，形成紫红色的碘的四氯化碳溶液。再向试管里加入 1mL 浓碘化钾 (KI) 水溶液，振荡试管，溶液紫色变浅，这是由于在水溶液里可发生如下反应：



思考与讨论

(1) 比较 NH₃ 和 CH₄ 在水中的溶解度。怎样用“相似相溶”规律理解它们的溶解度不同？

(2) 为什么在日常生活中用有机溶剂（如乙酸乙酯等）溶解油漆而不用水？

(3) 在一个小试管里放入一小粒碘晶体，加入约 5 mL 蒸馏水，观察碘在水中的溶解性（若有不溶的碘，可将碘水溶液倾倒在另一个试管里继续下面的实验）。在碘水溶液中加入约 1 mL 四氯化碳 (CCl₄)，振荡试管，观察碘被四氯化碳萃取，形成紫红色的碘的四氯化碳溶液。再向试管里加入 1 mL 浓碘化钾 (KI) 水溶液，振荡试管，溶液紫色变浅，这是由于在水溶液里可发生如下反应： $\text{I}_2 + \text{I}^- \rightleftharpoons \text{I}_3^-$ 。实验表明碘在纯水还是在四氯化碳中溶解性较好？为什么？

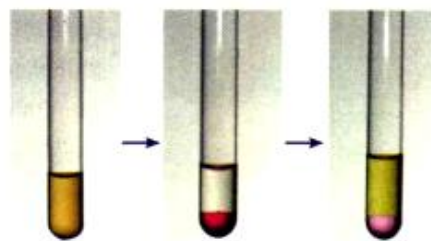


图 2-31 碘在水和四氯化碳中的溶解性

如下：2024 四川模拟

例. (2024 · 四川成都 · 模拟预测) 下列事实与解释/原因之间的关系错误的是

	事实	解释/原因
D	向 I ₂ 的 CCl ₄ 溶液中加入 KI(aq)，振荡后褪色	发生了反应 $\text{I}_2 + \text{I}^- \rightleftharpoons \text{I}_3^-$

如下：24-25 高三山西阶段练习

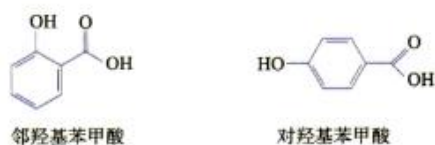
31. (24-25 高三上 · 山西 · 阶段练习) 下列实验操作、现象及相应结论均正确的是

选项	操作及现象	结论
D	在 I ₂ 的四氯化碳溶液中加入 KI 溶液，下层液体颜色变浅	KI 具有还原性

考点 11. 课本 P63

邻羟基苯甲酸在分子内形成了氢键，对羟基苯甲酸在分子间形成氢键。

10. 下图是两种具有相同化学式的有机物——邻羟基苯甲酸和对羟基苯甲酸的结构式。已知它们的沸点相差很大，你认为哪一种沸点较高？如何从氢键的角度来解释？



例. (2025·辽宁·一模) 下列对有关物质结构或性质的解释不合理的是

选项	实例	解释
C	对羟基苯甲酸的沸点高于邻羟基苯甲酸	对羟基苯甲酸中键能大于邻羟基苯甲酸

例. (2025·全国·模拟预测) 下列陈述 I 与陈述 II 没有因果关系的是

选项	陈述 I	陈述 II
A	邻羟基苯甲酸熔点低于对羟基苯甲酸	前者易形成分子内氢键，后者易形成分子间氢键，分子内氢键削弱了分子间作用力

例. (22-23 高二下·浙江·阶段练习) 关于分子结构和性质的说法不正确的是

B. 邻羟基苯甲酸的沸点比对羟基苯甲酸的沸点低

考点 12. 课本 P66

H_2O_2 分子结构如右图所示，两个氢原子犹如在半展开的书的两面上。

- (2) H_2O_2 是常用的氧化剂，其分子结构如右图所示，两个氢原子犹如在半展开的书的两面上。 H_2O_2 的电子式是_____，结构式是_____。 H_2O_2 是含有_____键和_____键的_____分子(填“极性”或“非极性”)。 H_2O_2 能与水混溶，却不溶于 CCl_4 。请予以解释：_____。



考点 13. 课本 P68

这种由电子、阳离子和电中性粒子组成的整体上呈电中性的物质聚集体称为等离子体。等离子体中含有带电粒子且能自由运动，使等离子体具有良好的导电性和流动性。



科学·技术·社会

1. 等离子体

气态物质在高温或者在外加电场激发下，分子发生分解，产生电子和阳离子等。这种由电子、阳离子和电中性粒子组成的整体上呈电中性的物质聚集体称为等离子体。

等离子体是一种特殊的气体，存在于我们周围。例如，在日光灯和霓虹灯的灯管里，在蜡烛的火焰里，在极光和雷电里，都能找

到等离子体。

等离子体中含有带电粒子且能自由运动，使等离子体具有良好的导电性和流动性，因此等离子体用途十分广泛。例如，运用等离子体显示技术可以制造等离子体显示器；利用等离子体可以进行化学合成；核聚变也是在等离子态下发生的；等等。

例. (2023 高三·全国·专题练习) 物质的聚集状态与其性能之间关系密切。下列说法错误的是

A. 等离子体由电子、阳离子和电中性粒子组成，具有良好的导电性和流动性

例. (23-24 高三上·海南·阶段练习) 下列说法不正确的是

C. 等离子体具有良好的导电性和流动性是因为其含有带电粒子且能自由运动

例. (24-25 高三上·青海·阶段练习) 随着科学的进步，人们对物质聚集状态的认识在不断升华。下列说法正确的是

B. 等离子体由阳离子和电中性粒子构成

考点 14. 课本 P69

液晶是介于液态和晶态之间的物质状态，既具有液体的流动性、黏度、形变性等，又具有晶体的某些物理性质，如导热性、光学性质等，表现出类似晶体的各向异性。

2. 液晶

1888年，奥地利人莱尼采尔(F.Reinitzer)发现，苯甲酸胆甾醇加热达到熔点后，先呈浑浊态，再加热达一定温度时，浑浊态变透明光亮态。1889年，德国人莱曼(O.Lehmann)将上述熔点至澄清点温度范围内的物质状态命名为液晶(如图3-2)，后称热致液晶。

相对于热致液晶，从溶液中获得液晶称为溶致液晶，即胶束等。

液晶是介于液态和晶态之间的物质状态，既具有液体的流动性、黏度、形变性等，又具有晶体的某些物理性质，如导热性、光学性质等，表现出类似晶体的各向异性。

实用液晶在常温下十分稳定。已经获得实际应用的热致液晶均为刚性棒状强极性(或易于极化的)分子，其分子有取向序，分子的长轴取向一致，但无位置序，分子可滑动(如图3-3)。此外，还有平板状、盘状、叶状分子等液晶。

液晶已有广泛的应用。例如，手机、电脑和电视的液晶显示器，由于施加电场可使液晶的长轴取向发生不同程度的改变，从而显示数字、文字或图像。再如，合成高强度液晶纤维已广泛应用于飞机、火箭、坦克、舰船、防弹衣、防弹头盔等。

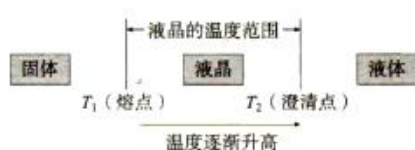


图 3-2 一定温度范围的液晶

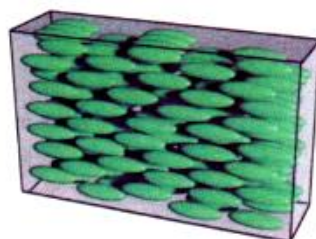


图 3-3 棒状分子液晶内部分子排列示意图

例.(2023 高三·全国·专题练习)物质的聚集状态与其性能之间关系密切。下列说法错误的是

C. 液晶既具有液体的流动性，又具有类似晶体的各向异性

例.(23-24 高三上·海南·阶段练习)下列说法不正确的是

A. 液晶是物质的一种聚集状态

例.(2024·四川内江·一模)化学与生产生活密不可分，下列说法错误的是

C. 液晶在某些物理性质上表现出各向异性，故液晶属于晶体

例.(24-25 高三上·青海·阶段练习)随着科学的进步，人们对物质聚集状态的认识在不断提升。下列说法正确的是

C. 液晶是介于液态和晶态之间的物质状态，具有流动性，不具有导电性、导热性

考点 15. 课本 P79

1mol 水分子间平均含 2mol 氢键。冰晶体中的水分子的空间利用率不高，留有相当大的空隙，其密度比液态水的小。

3-18 可见，在冰的晶体中，每个水分子周围只有 4 个紧邻的水分子。尽管氢键比共价键弱得多，不属于化学键，却跟共价键一样具有方向性，即氢键的存在迫使在四面体中

心的每个水分子与四面体顶角方向的 4 个相邻水分子相互吸引。这一排列使冰晶体中的水分子的空间利用率不高，留有相当大的空隙，其密度比液态水的小。当冰刚刚融化为液态水时，热运动使冰的结构部分解体，水分子间的空隙减小，密度反而增大，超过 4℃ 时，才由于热运动加剧，分子间距离加大，密度渐渐减小。

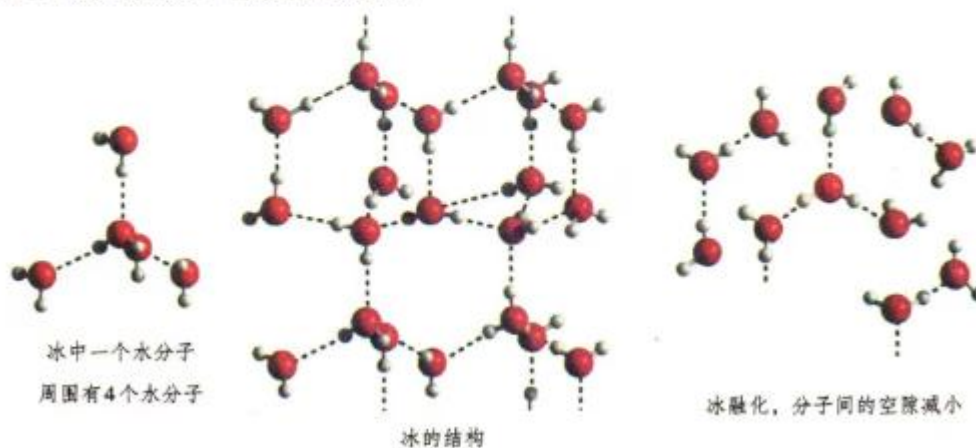


图 3-18 冰和液态水的结构对比（虚线表示氢键）

例. (2025 · 广西 · 三模) 每年冬天，冰雪大世界成为冬季旅游的重要景点，精美的冰雕工艺让游客流连忘返。下列说法正确的是

D. 冰的密度比水小，原因是氢键具有方向性，冰中水分子的空间利用率小

例. (2024 · 湖北 · 高考真题) 结构决定性质，性质决定用途。下列事实解释错误的是

	事实	解释
C	冰的密度小于干冰	冰晶体中水分子的空间利用率相对较低

考点 16. 课本 P88

引入有机基团可降低离子化合物的熔点，如 $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3\text{NO}_3$ 的熔点只有 12°C ，比 NH_4NO_3 低了 158°C 。

大多数离子液体含有体积很大的阴、阳离子（如图 3-31）。常见的阴离子如四氯铝酸根（ AlCl_4^- ）、六氟磷酸根（ PF_6^- ）、四氟硼酸根（ BF_4^- ）等，常见的阳离子如季铵离子（ R_4N^+ ，即 NH_4^+ 的 H 被烃基 R 取代）、带烃基侧链的咪唑、嘧啶等有环状含氮结构的有机胺正离子等。

传统的有机溶剂大多易挥发，它们的蒸气大多有毒，而离子液体却有难挥发的优点，这是由于离子液体的粒子全都是带电荷的离子。



科学·技术·社会

离子液体

离子晶体的熔点，有的很高，如 CaO 的熔点为 2613°C ，有的较低，如 NH_4NO_3 、 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 的熔点分别为 170°C 、 109°C 。早在 1914 年就有人发现，引入有机基团可降低离子化合物的熔点，如 $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3\text{NO}_3$ 的熔点只有 12°C ，比 NH_4NO_3 低了 158°C ！到 20 世纪 90 年代，随着室温或稍高于室温时呈液态的离子化合物的优异性质不断被开发利用，才意识到它们的巨大价值，并将它们定义为离子液体。

大多数离子液体含有体积很大的阴、阳离子（如图 3-31）。常见的阴离子如四氯铝酸根（ AlCl_4^- ）、六氟磷酸根（ PF_6^- ）、四氟硼酸根（ BF_4^- ）等，常见的阳离子如季铵离子（ R_4N^+ ，即 NH_4^+ 的 H 被烃基 R 取代）、带烃基侧链的咪唑、嘧啶等有环状含氮结构的有机胺正离子等。

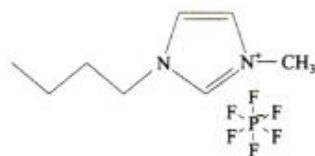


图 3-31 1-丁基-3-甲基咪唑六氟磷酸盐

传统的有机溶剂大多易挥发，它们的蒸气大多有毒，而离子液体却有难挥发的优点，这是由于离子液体的粒子全都是带电荷的离子。

离子液体可用作溶剂。例如，有一种叫天丝的织物纤维，是将树木的纤维素分子溶于一种离子液体，滤去不溶的木质素后，加水析出纤维素分子组装成的再生植物纤维。离子液体有良好的导电性，用作电化学研究的电解质，并被开发为原电池的电解质。许多离子液体被用于有机合成的溶剂和催化剂，

例。（2024·湖南·高考真题）下列有关化学概念或性质的判断错误的是

D. 由 R_4N^+ 与 PF_6^- 组成的离子液体常温下呈液态，与其离子的体积较大有关

例。（2024·湖北荆州·模拟预测）物质的结构决定其性质。下列实例与解释均正确且相符

选项	实例	解释
A	离子液体难挥发	离子液体的粒子全都是带电荷的离子

例. (2023 高三·全国·专题练习) 物质的聚集状态与其性能之间关系密切。下列说法错误的是

B. 大多数离子液体含有体积很大的分子，呈液态，难挥发

例. (2025·甘肃兰州·一模) 物质结构决定性质，性质决定用途。下列有关事实解释不正确的是

选项	事实	解释
D	$C_2H_5NH_3NO_3$ 的熔点低于 NH_4NO_3	$C_2H_5NH_3NO_3$ 引入乙基改变了晶体的类型

例. (2025·四川广安·二模) 物质微观结构决定宏观性质。下列解释正确的是

选项	事实	解释
B	$C_2H_5NH_3NO_3$ 熔点低于 NH_4NO_3	$C_2H_5NH_3^+$ 的体积比 NH_4^+ 大

例. (2025·河南·二模) 从结构探析物质性质和用途是学习化学的有效方法。下列实例与解释错误的是

选项	实例	解释
D	熔点: $C_2H_5NH_3NO_3 < NH_4NO_3$	引入乙基减弱了离子间的相互作用

考点 17. 课本 P89

离子键的百分数是依据电负性的差值计算出来的，差值越大，离子键的百分数越大。

表 3-4 几种氧化物的化学键中离子键成分的百分数

氧化物	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2
离子键的百分数/%	62	50	41	33

从表 3-4 可知，表中的 4 种氧化物晶体中的化学键既不是纯粹的离子键，也不是纯粹的共价键，这些晶体既不是纯粹的离子晶体也不是纯粹的共价晶体，只是离子晶体与共价晶体之间的过渡晶体。

提示

离子键的百分数是依据电负性的差值计算出来的，差值越大，离子键的百分数越大。

例. (2025·湖北武汉·一模) 物质的结构决定物质的性质。下列性质差异与结构解释匹配错误的是

选项	性质差异	结构解释
B	沸点: $AlF_3 > AlCl_3$	离子键成分百分数: $AlF_3 > AlCl_3$

例. (2025·天津河北·二模) 钠的化合物应用广泛。下列说法错误的是
C. 化学键中的离子键成分百分数: $NaCl > NaBr$

考点 17. 课本 P90

石墨不同于金刚石，它的碳原子不像金刚石的碳原子那样呈 sp^3 杂化，而是呈 sp^2 杂化，形成平面六元并环结构(如图 3-32 左)。
石墨晶体是层状结构的，层间没有化学键相连，是靠范德华力维系的(如图 3-32 中)。

2. 混合型晶体

石墨不同于金刚石，它的碳原子不像金刚石的碳原子那样呈 sp^3 杂化，而是呈 sp^2 杂化，形成平面六元并环结构(如图 3-32 左)。因此，石墨晶体是层状结构的，层内的碳原子的核间距为 142 pm，层间距离为 335 pm，说明层间没有化学键相连，是靠范德华力维系的(如图 3-32 中)。石墨的二维结构内，每个碳原子的配位数为 3，有一个未参与杂化的 2p 电子，它的原子轨道垂直于碳原子平面(如图 3-32 右)。

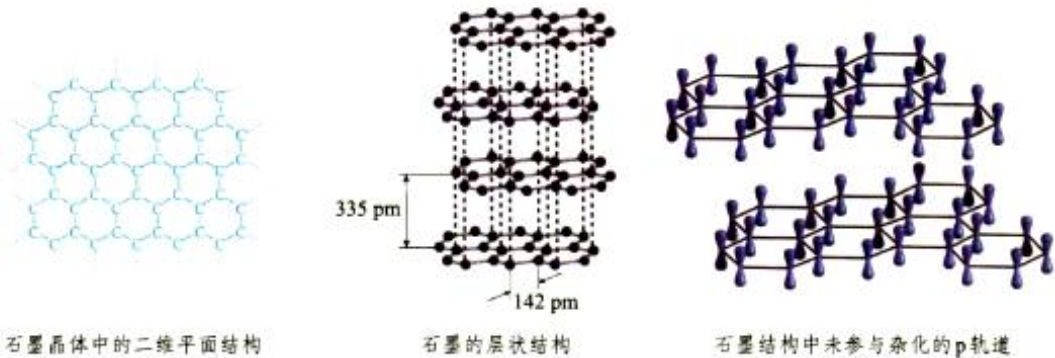


图 3-32 石墨的结构模型

例. (2024·浙江·高考真题) 物质微观结构决定宏观性质, 进而影响用途。下列结构或性质不能解释其用途的是

选项	结构或性质	用途
A	石墨呈层状结构, 层间以范德华力结合	石墨可用作润滑剂

例. (2024·湖北·模拟预测) 结构决定性质, 性质决定用途。下列事实解释错误的是

	事实	解释
D	石墨粉常作润滑剂	石墨层内碳原子的 2p 轨道存在肩并肩重叠

例. (2025·全国·模拟预测) 下列陈述 I 与陈述 II 没有因果关系的是

选项	陈述 I	陈述 II
D	金刚石硬度大于石墨	金刚石中碳原子间只存在共价键且形成空间网状结构, 石墨中碳原子间除共价键外还存在层间作用力, 层间易滑动

例. (2024·湖北·高考真题) 结构决定性质, 性质决定用途。下列事实解释错误的是

	事实	解释
D	石墨能导电	未杂化的 p 轨道重叠使电子可在整个碳原子平面内运动

例. (2025·甘肃兰州·一模) 物质结构决定性质, 性质决定用途。下列有关事实解释不正确的是

选项	事实	解释
B	石墨能导电	未杂化的 p 轨道重叠使电子在整个碳原子平面内运动

例. (2025·山东泰安·一模) 物质结构决定物质性质, 下列性质差异用结构解释错误的是

选项	性质差异	解释
B	石墨能导电, 金刚石不导电	石墨中 C 是 sp^2 杂化形成大 π 键, 金刚石是 sp^3 杂化

考点 17. 课本 P91

硅酸盐是地壳岩石的主要成分。硅酸盐的阴离子结构丰富多样，既有有限数目的硅氧四面体构建的简单阴离子，如 SiO_4^{4-} 、 $\text{Si}_2\text{O}_7^{6-}$ 、 $(\text{SiO}_3)_6^{12-}$ (六元环) 等。



资料卡片

硅酸盐

硅酸盐是地壳岩石的主要成分。硅酸盐的阴离子结构丰富多样，既有有限数目的硅氧四面体构建的简单阴离子，如 SiO_4^{4-} 、 $\text{Si}_2\text{O}_7^{6-}$ 、 $(\text{SiO}_3)_6^{12-}$ (六元环) 等，也有以硅氧四面体为结

构单元构成一维、二维、三维无限伸展的共价键骨架。金属离子则以离子键与阴离子或阴离子骨架结合。部分 Si 被 Al 取代则得到铝硅酸盐。



六元环



单链



双链

图 3-33 硅酸盐晶体中的阴离子举例

例. (2025 · 湖北 · 二模) 下列对有关物质结构或性质的描述错误的是

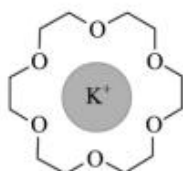


图1

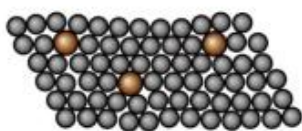


图2



图3

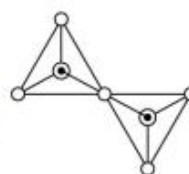


图4

D. 图 4 为由两个硅氧四面体形成的简单阴离子，其化学式为 $\text{Si}_2\text{O}_7^{6-}$

考点 18. 课本 P91

纳米晶体是晶体颗粒尺寸在纳米（ 10^{-9}m ）量级的晶体。

科学 · 技术 · 社会

纳米晶体

纳米晶体是晶体颗粒尺寸在纳米（ 10^{-9}m ）量级的晶体。纳米晶体相对于通常的晶体，在声、光、电、磁、热等性能上常会呈现新的特性，有广阔的应用前景。仅以熔点为例，

当晶体颗粒小至纳米量级，熔点会下降。例如，金属铅的晶粒大小与熔点的关系如表 3-5。

表 3-5 金属铅的晶粒大小与熔点

r/nm	5	10	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
T/K	34.7	144	294	420	473	502	520	533	542	549	554	559

例.（2025 · 四川广安 · 二模）物质微观结构决定宏观性质。下列解释正确的是

选项	事实	解释
D	纳米铅晶体无固定熔点	纳米铅晶体是混合物

例.（2025 · 黑龙江哈尔滨 · 一模）下列推理均合理的是

	已知	结论
C	纳米金属铅的熔点随晶粒变小而变小	晶体的表面积影响晶体的性质

例.（24-25 高三上 · 全国 · 阶段练习）化学与人类社会可持续发展关系密切。下列说法错误的是

B. 纳米晶体在声、光、电等性能上常会呈现新的特性，应用前景广阔

考点 19. 课本 P93

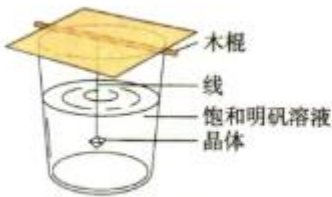
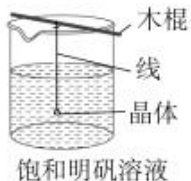
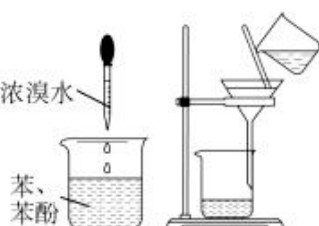
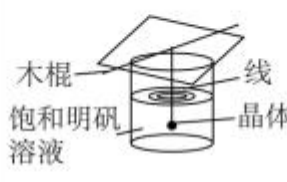


图 3-35 制取明矾晶体的结晶装置及完美的明矾晶体的照片

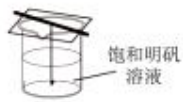
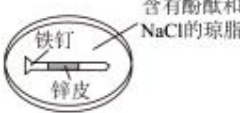
例. (24-25 高三上·湖南·阶段练习) 利用下列装置能够达到相应实验目的的是

 木棍 线 晶体 饱和明矾溶液	 浓溴水 苯、苯酚
C. 制取完美明矾晶体	D. 除去苯中的苯酚

例. (2025·江苏南京·二模) 下列实验装置错误的是

 氨水 $\text{Cu}(\text{OH})_2$	 木棍 饱和明矾溶液 线 晶体
C. 制 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ 溶液	D. 制备明矾晶体

例. (2025·云南昆明·一模) 用下列装置或操作进行相应实验, 不能达到实验目的的是

 饱和明矾溶液	 含有酚酞和 NaCl 的琼脂 铁钉 锌皮
C. 获得明矾晶体	D. 牺牲阳极法实验

考点 20. 课本 P97

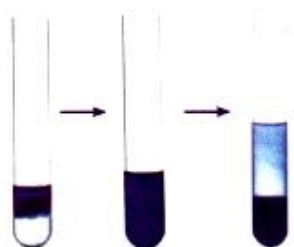


图 3-39 向硫酸铜溶液中加入氨水和乙醇

【实验 3-3】

向盛有 4 mL 0.1 mol/L CuSO_4 溶液的试管里滴加几滴 1 mol/L 氨水, 首先形成难溶物, 继续添加氨水并振荡试管, 观察实验现象; 再向试管中加入极性较小的溶剂 (如加入 8 mL 95% 乙醇), 并用玻璃棒摩擦试管壁, 观察实验现象

向硫酸铜溶液里逐滴加入氨水, 形成难溶物的原因是氨水呈碱性, 可与 Cu^{2+} 形成难溶的氢氧化铜:



例. (2025·甘肃兰州·一模) 物质结构决定性质, 性质决定用途。下列有关事实解释不正确的是

选项	事实	解释
A	将无水乙醇加入 $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ 溶液中析出深蓝色晶体	乙醇分子极性较小, 降低了 $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ 的溶解性

例. (2025·河南·二模) 从结构探析物质性质和用途是学习化学的有效方法。下列实例与解释错误的是

选项	实例	解释
A	将 95%乙醇加入 $Cu(NH_3)_4SO_4$ 溶液中析出深蓝色晶体	乙醇极性较小, 降低了 $Cu(NH_3)_4SO_4$ 的溶解度

考点 21. 课本 P98

超分子的重要特征: 分子识别 (分离 C_{60} 和 C_{70} ; 冠醚识别碱金属离子)、自组装 (细胞和细胞器的双分子膜)。

第一个例子是分离 C_{60} 和 C_{70} (如图 3-44)。我们已经知道 C_{60} , 应好理解 C_{70} 比 C_{60} 大点。将 C_{60} 和 C_{70} 的混合物加入一种空腔大小适配 C_{60} 的“杯酚”中, “杯酚”像个碗似的把 C_{60} 装起来而不能装下 C_{70} ; 加入甲苯溶剂, 甲苯将未装入碗里的 C_{70} 溶解了, 过滤后分离 C_{70} ; 再向不溶物中加入氯仿, 氯仿溶解“杯酚”而将不溶解的 C_{60} 释放出来并沉淀。这是借助分子间力形成超分子的例子, 这个例子反映出来的超分子的特性被称为“分子识别”。

第二个例子是冠醚识别碱金属离子。冠醚是皇冠状的分子 (如图 3-45), 可有不同大小的空穴适配不同大小的碱金属离子, 如表 3-6 所示的例子。1987 年诺贝尔化学奖授予三位化学家, 以表彰他们在超分子化学理论方面的开创性工作, 超分子化学也因此风靡全球。

以上例子描述的是超分子的重要特征——分子识别，超分子的另一重要特征是自组装，第二章第三节的“科学·技术·社会”栏目中提到的细胞和细胞器的双分子膜即为一例。

例. (2024·浙江·高考真题) 物质微观结构决定宏观性质，进而影响用途。下列结构或性质不能解释其用途的是

选项	结构或性质	用途
D	冠醚 18-冠-6 空腔直径(260~320pm)与 K^+ 直径(276pm)接近	冠醚 18-冠-6 可识别 K^+ ，能增大 $KMnO_4$ 在有机溶剂中的溶解度

例. (2024·广东·高考真题) 下列陈述 I 与陈述 II 均正确，且具有因果关系的是

选项	陈述 I	陈述 II
B	某冠醚与 Li^+ 能形成超分子，与 K^+ 则不能	Li^+ 与 K^+ 的离子半径不同

例. (2025·四川遂宁·三模) 从微观视角探析物质结构及性质是学习化学的有效方法。下列实例与解释不符的是

选项	实例	解释
D	识别 K^+ 的能力：18-冠-6 > 12-冠-4	冠醚空腔直径大小不同

例. (2025·辽宁·模拟预测) 物质的结构决定其性质。下列实例与解释不相符的是

选项	实例	解释
B	甲苯与高锰酸钾溶液反应实验中 加入冠醚(18-冠-6)可以缩短褪色时间	18-冠-6 与 K^+ 相互作用，使高锰酸钾间接“溶于”甲苯中，增大 MnO_4^- 与甲苯接触的机会

例. (23-24 高三上·海南·阶段练习) 下列说法不正确的是

B. “杯酚”分离 C_{60} 和 C_{70} 这个案例体现了超分子具有分子识别这个重要特征