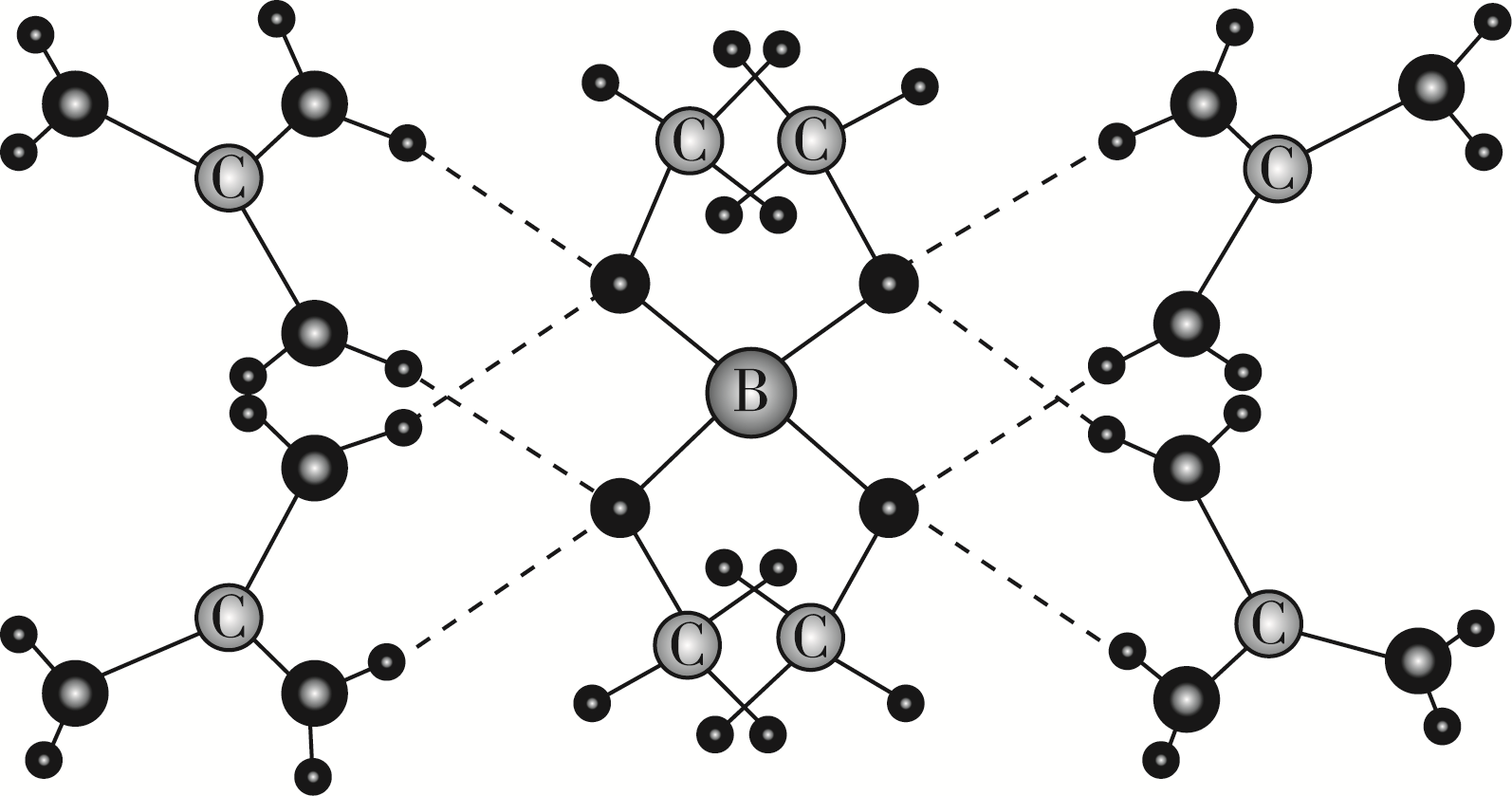
# 专题十五 物质的结构与性质

角度1　原子、分子结构与性质分析

**真题例析**

**例1** [新课标2023·9，6分]一种可吸附甲醇的材料，其化学式为[C(NH2)3]4[B(OCH3)4]3Cl，部分晶体结构如图所示，其中[C(NH2)3]＋为平面结构。



下列说法正确的是(　　)

A．该晶体中存在N—H…O氢键

B．基态原子的第一电离能：C<N<O

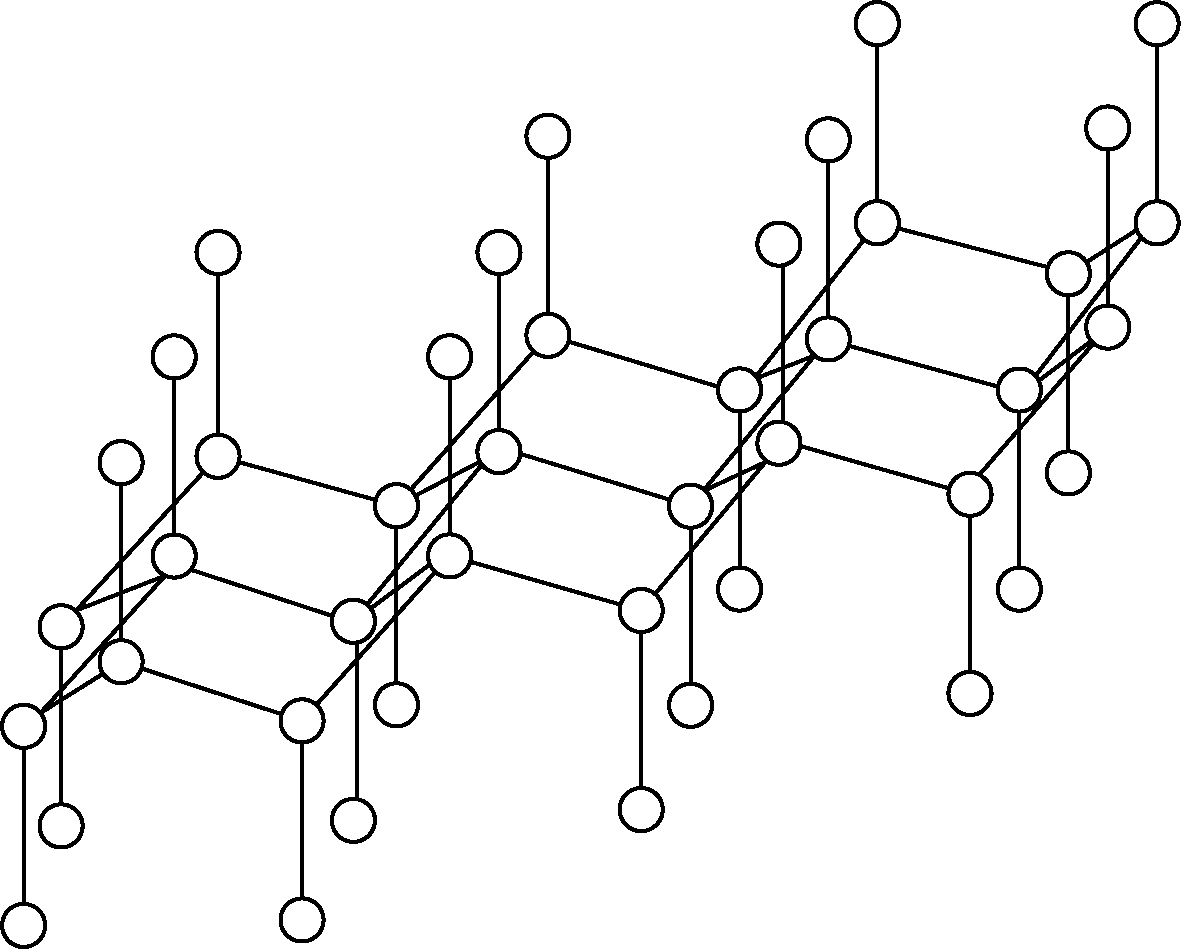
C．基态原子未成对电子数：B<C<O<N

D．晶体中B、N和O原子轨道的杂化类型相同

**解析** 根据该物质的化学式可知，题给示意图中画出了1个[B(OCH3)4]－和4个[C(NH2)3]＋，示意图中的虚线表示氢键，因此该晶体中存在N—H…O氢键，A正确；同周期主族元素从左到右第一电离能呈增大趋势，但基态N原子的2p轨道为半充满的稳定状态，使基态N原子的第一电离能大于同周期相邻元素的第一电离能，即基态原子的第一电离能：C＜O＜N，B错误；基态B原子的未成对电子数为1，基态C原子与基态O原子的未成对电子数均为2，基态N原子的未成对电子数为3，则基态原子未成对电子数：B＜C＝O＜N，C错误；已知[C(NH2)3]＋为平面结构，即所有原子位于同一平面，则[C(NH2)3]＋中N原子采取sp2杂化，[B(OCH3)4]－中的B原子形成4个B—O键，B原子的成键电子对数为4，孤电子对数为0，采取sp3杂化，而O原子的成键电子对数为2，孤电子对数为2，采取sp3杂化，所以该晶体中N原子采取sp2杂化，B和O原子采取sp3杂化，D错误。

**答案** A

**例2** [山东2023·5，2分]石墨与F2在450 ℃反应，石墨层间插入F得到层状结构化合物(CF)*x*，该物质仍具润滑性，其单层局部结构如图所示。下列关于该化合物的说法正确的是(　　)



A．与石墨相比，(CF)*x*导电性增强

B．与石墨相比，(CF)*x*抗氧化性增强

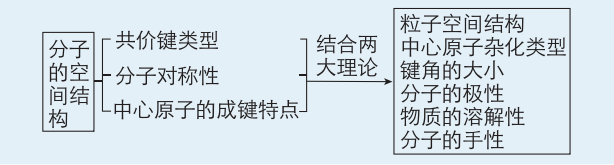
C．(CF)*x*中C—C的键长比C—F短

D．1 mol (CF)*x*中含有2*x* mol共价单键

**解析** 石墨中C原子上未参与杂化的所有p轨道相互平行且重叠，使未参与杂化的2p电子可在整个碳原子平面上运动，因此，石墨有类似金属晶体的导电性。石墨与F2反应后，F原子与碳原子形成共价键，使石墨层内p轨道中电子的数目减少，流动性降低，导电性下降，A错误；与石墨相比，氟的电负性大，(CF)*x*不容易被氧化，抗氧化性增强，B正确；碳的原子半径大于氟，故(CF)*x*中C—C的键长比C—F的键长长，C错误；根据F能形成一个共价键，可知1 mol(CF)*x*中含有*x* mol C—F，已知石墨中1个碳原子形成3×＝1.5个C—C共价键，1 mol (CF)*x*中含1.5*x* mol C—C，故1 mol (CF)*x*中含有2.5*x* mol共价单键，D错误。

**答案** B

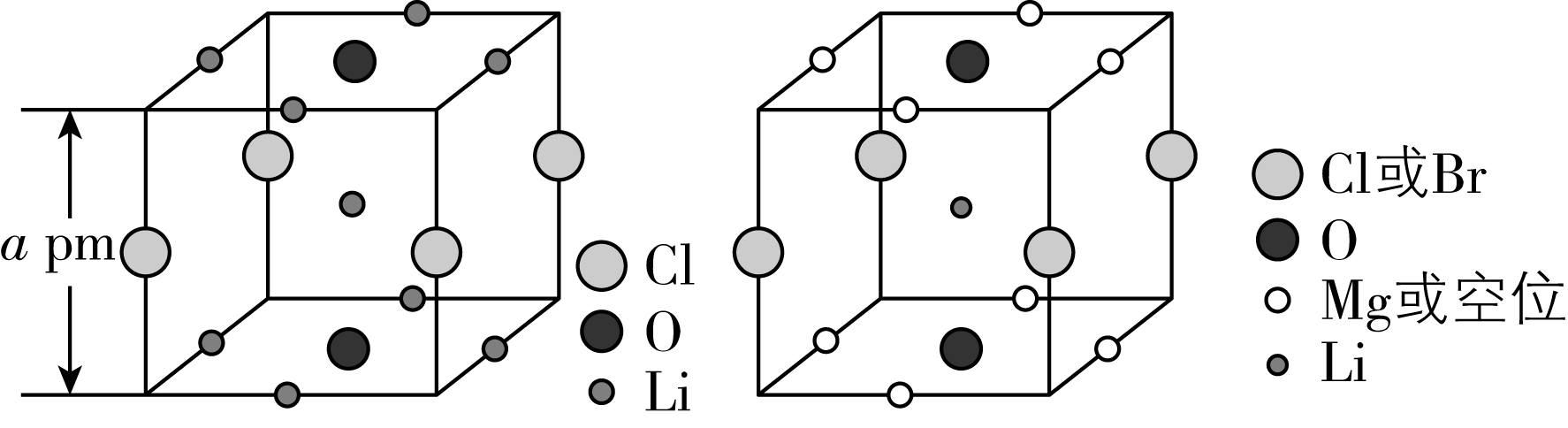
▶知识风暴



角度2　晶胞结构分析与计算

**真题例析**

**例3** [辽宁2023·14，3分]晶体结构的缺陷美与对称美同样受关注。某富锂超离子导体的晶胞是立方体(图甲)，进行镁离子取代及卤素共掺杂后，可获得高性能固体电解质材料(图乙)。下列说法错误的是(　　)



　　　　　甲　　　　　　　　乙

A．图甲晶体密度为 g·cm－3

B．图甲中O原子的配位数为6

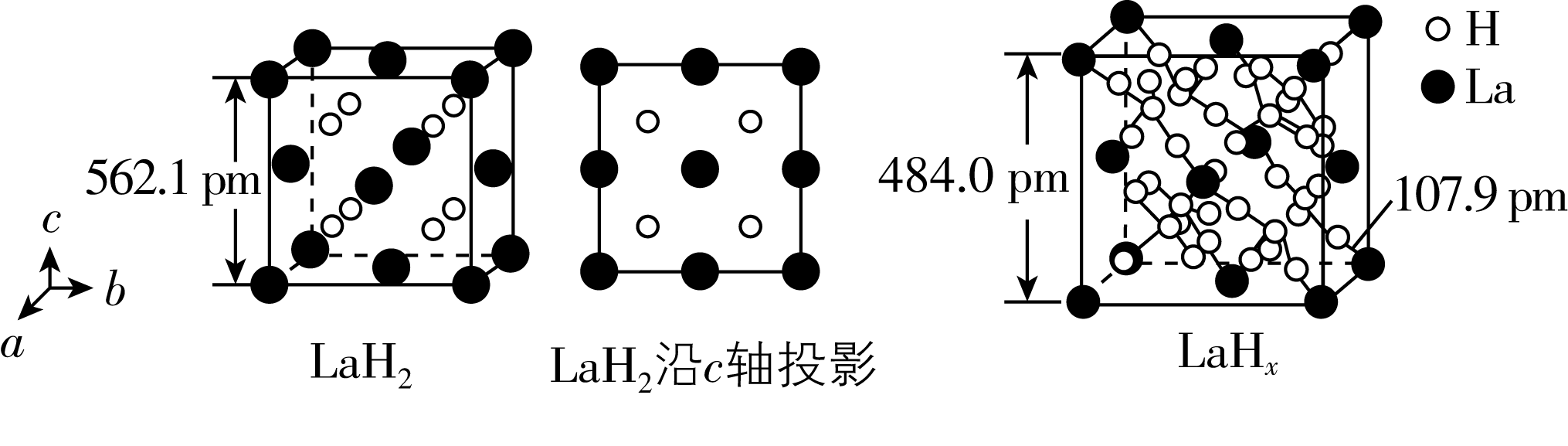
C．图乙表示的化学式为LiMg2OCl*x*Br1－*x*

D．Mg2＋取代产生的空位有利于Li＋传导

**解析** 由题图甲知，Li位于晶胞8条棱上和体心，Li个数为8×＋1＝3，Cl位于晶胞4条棱上，Cl个数为4×＝1，O位于晶胞两个面心，O个数为2×＝1，则题图甲晶体化学式为Li3ClO，其密度*ρ*＝ g·cm－3＝ g·cm－3，A正确；由题图甲可知，O位于6个Li构成的正八面体中心，O配位数为6，B正确；由题图乙可知，Li位于晶胞体心，Li个数为1，Mg和空位位于晶胞8条棱上，一共有8×＝2个，O位于晶胞的两个面心，O个数为2×＝1，Cl和Br位于晶胞的4条棱上，共有4×＝1个，根据化合物中各元素正、负化合价代数和为0可知，1个晶胞中有1个Mg，所以题图乙表示的晶体的化学式为LiMgOCl*x*Br1－*x*，C错误；Mg2＋带2个单位的正电荷，而Li＋带1个单位的正电荷，Mg2＋代替Li＋后，会留出空位，有利于Li＋传导，D正确。

**答案** C

**例4** [湖北2023·15，3分]镧La和H可以形成一系列晶体材料LaH*n*，在储氢和超导等领域具有重要应用。LaH*n*属于立方晶系，晶胞结构和参数如图所示。高压下，LaH2中的每个H结合4个H形成类似CH4的结构，即得到晶体LaH*x*。下列说法错误的是(　　)

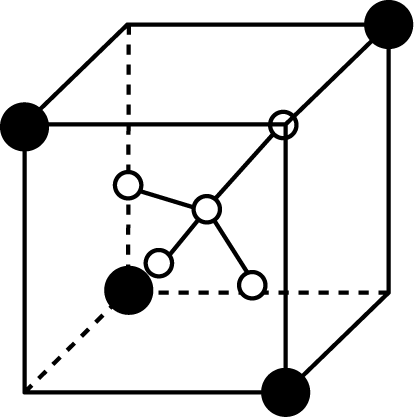


A．LaH2晶体中La的配位数为8

B．晶体中H和H的最短距离：LaH2>LaH*x*

C．在LaH*x*晶胞中，H形成一个顶点数为40的闭合多面体笼

D．LaH*x*单位体积中含氢质量的计算式为 g·cm－3

**解析** 在LaH2晶体中，对于面心的La原子来说，其在1个晶胞内与4个H原子等距且最近，每个面心的La原子被2个晶胞共用，所以LaH2晶体中La的配位数为8，A正确；由LaH2晶胞的投影图可知，在LaH2晶胞内，H原子之间的最短距离为晶胞棱长的一半，即281.05 pm，而LaH*x*晶胞可分为8个小立方体，如图所示，其中La原子到小立方体中心的H原子的距离为体对角线长度的，即×484.0 pm<×484.0 pm＝242.0 pm，因为H原子形成的四面体位于小立方体内部，小立方体内体心H原子到小立方体内任意一点的距离都小于体心H原子到小立方体顶点La原子的距离，则H原子之间的最短距离<242.0 pm<281.05 pm，B正确；每个由5个H原子构成的正四面体中，有4个H原子用于构成闭合多面体笼，LaH*x*晶胞中一共有8个H原子构成的正四面体，所以H原子形成的闭合多面体笼的顶点数为4×8＝32，C错误；1个LaH*x*晶胞中含有40个H原子，则1个LaH*x*晶胞中H的质量为 g，1个LaH*x*晶胞的体积为(484×10－10 cm)3＝(4.84×10－8)3 cm3，因此LaH*x*单位体积中含氢质量的计算式为 g·cm－3，D正确。

**答案** C