

第二课时 元素周期表和元素周期律的应用

【课程标准要求】

1. 能利用元素在元素周期表中的位置和原子结构，分析、预测、比较元素及其化合物的性质。
2. 体会元素周期律(表)在学习元素及其化合物知识及科学研究中的重要作用。
3. 借助元素周期律(表)预测硅、硒、锗、镓等元素的性质；查阅元素周期律(表)对发现新元素、制造新物质、开发新材料的指导作用。

新知自主预习

夯基固本

一、元素在周期表中分区

1. 元素周期表与元素周期律的关系

元素周期表是元素周期律的表现形式，反映了元素之间的内在联系，是学习、研究和应用化学的一种重要工具。

2. 金属元素与非金属元素的分区及性质递变规律

族	I A	II A	III A	IV A	V A	VI A	VII A	0
周期								
1								
2			B					
3		Al	Si					
4			Ge	As				
5				Sb	Te			
6					Po	At		
7								

非金属性逐渐增强

金属性逐渐增强

稀有气体元素

非金属性逐渐增强

(1)虚线左下方是金属元素，虚线右上方是非金属元素，最后一个纵列是稀有气体元素。

(2)元素的金属性和非金属性之间并没有严格的界线，位于分界线附近的元素既能表现一定的金属性，又能表现出一定的非金属性。

【微自测】

1. 下列描述中，正确的打“√”，错误的打“×”。

- (1)金属元素只表现金属性，非金属元素只表现非金属性(×)
- (2)氟元素的非金属性最强，所以其最高价氧化物对应水化物的酸性最强(×)
- (3)原子最外层电子数大于3或小于8的元素一定是非金属元素(×)

(4)铝位于金属与非金属的分界线附近，既表现出金属性，又表现出一定的非金属性(√)

(5)硅是非金属元素，故硅元素只表现非金属性(×)

二、元素周期表和元素周期律的应用

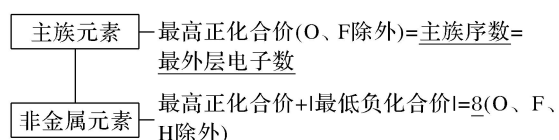
1.元素化合价与元素在周期表中位置的关系

(1)价电子

①定义：可在化学反应中发生变化、与元素的化合价有关的电子。

②具体内容：主族元素的价电子就是最外层电子，过渡元素的价电子包括最外层电子及次外层或倒数第三层的部分电子。

(2)化合价规律



2. 元素周期律(表)的应用

(1)根据同周期、同主族元素性质的递变规律判断元素性质的强弱(或大小)。

(2)应用于元素“位置—结构—性质”的相互推断。

(3)预测新元素

为新元素的发现及预测它们的原子结构和性质提供线索。

(4)寻找新元素和发现物质的新用途

①在周期表中金属与非金属的分界处可以找到半导体材料，如硅、锗、镓等。

②通常农药含有氟、氯、硫、磷、砷等元素在周期表中位置靠近，对这个区域内的元素进行研究，有助于制造出新品种的农药。

③在过渡元素中寻找制造催化剂和耐高温、耐腐蚀合金的元素。

【微自测】

2. 如图所示，元素周期表中的金属和非金属元素的分界线处用虚线表示。

周期 \ 族	Ⅲ A	Ⅳ A	V A	Ⅵ A	Ⅶ A
2	B				
3	Al	Si			
4		Ge	As		
5			Sb	Te	
6				Po	At

下列说法正确的是()

- A. 虚线左下方的元素均为非金属元素
- B. 紧靠虚线两侧的元素都是具有金属性和非金属性的金属元素
- C. 可在虚线附近寻找半导体材料(如 Ge、Si 等)
- D. 可在虚线的右上方, 寻找耐高温材料

答案 C

解析 A 项, 虚线左下方的元素均为金属元素, 错误; B 项, 紧靠虚线两侧的元素不一定是金属元素, 如硅是非金属元素, 错误; C 项, 元素周期表中的金属元素和非金属元素分界线附近的元素往往都既具有金属性, 也具有非金属性, 可在虚线附近寻找半导体材料(如 Ge、Si 等), 正确; D 项, 在过渡元素中可寻找耐高温材料, 在非金属元素中寻找制农药的元素, 错误。

课堂互动探究

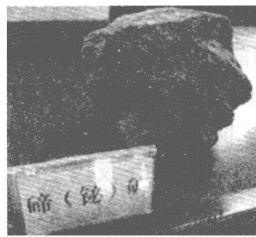
启迪思维

一、元素周期表和元素周期律的应用

【活动探究】

情境素材

奥地利首都维也纳一家矿场监督牟勒是第一个提取出碲的人。1782 年牟勒从一种被当地人称为“奇异金”的矿石中提取出碲。



已知: Te 与 O、S 同主族。

问题探究

1. 运用元素周期律判断常温下碲的状态, 单质碲能作半导体材料吗? 请说明你判断的依据。

提示: 常温下碲为固体, 原因是同主族非金属单质的熔点从上而下逐渐升高, 硫

单质是固体，故碲单质也一定是固体。单质碲能作半导体材料，原因是碲位于金属与非金属的分界线附近，既有金属性，又有非金属性。

2. 碲元素的常见价态有哪些？写出其氢化物和最高价氧化物对应水化物的化学式。

提示：-2、+4、+6； H_2Te ； H_2TeO_4 。

3. 元素周期表在预测新元素、发现新物质方面起着巨大的作用。随着社会的发展，对新型农药的需求量越来越大。若要寻找新型农药，可在周期表的哪个位置进行探索？



提示：可在氟、氯、硫、磷、砷等元素所在周期表的位置附近寻找。

【核心归纳】

元素周期表和元素周期律的应用

1. 依据元素在周期表中的位置，确定其化合物的化学式

知道元素在周期表中的主族序数后，根据化合价规律即可写出其化合物的化学式(以R代表元素)

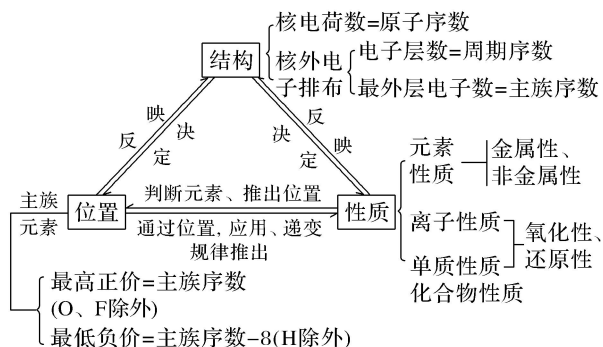
	IVA	VA	VIA	VIIA
氢化物	RH_4	RH_3	H_2R	HR
最高价 氧化物	RO_2	R_2O_5	RO_3	R_2O_7
最高价 含氧酸	H_4RO_4 或 H_2RO_3	H_3RO_4 或 HRO_3	H_2RO_4	HRO_4

2. 预测元素及其化合物的性质

(1) 由元素在周期表中的位置推测其原子结构和性质：如铅(Pb)位于第六周期第IVA族，则可推知铅的主要化合价为+2、+4，可预测铅是活泼金属，能置换出酸中的氢等。

(2) 门捷列夫的预言

门捷列夫在研究元素周期表时，科学地预言了11种当时尚未发现的元素，为它



1. 结构与位置的互推是解题的核心

(1) 掌握四个基本关系

对于原子：①质子数 = 核电荷数 = 核外电子数 = 原子序数。

②电子层数 = 周期序数。

③最外层电子数 = 主族序数。

④主族元素的最高正价 = 主族序数(O、F除外)；最低负价 = 主族序数 - 8(H除外)。

(2) 掌握周期表中“序、层”规律

若一种阳离子和阴离子的电子层结构相同，则“阴前右”“阳后左”，即阴离子对应元素在前一周期的右侧，阳离子对应元素在后一周期的左侧。

(3) 根据原子序数推断元素在周期表中的位置：按照原子核外电子排布规律画出原子结构示意图，根据电子层数和最外层电子数确定其周期序数和主族序数。

2. 性质与位置的互推是解题的关键

(1) 根据元素的金属性和非金属性变化规律，推断元素在周期表中处于同周期、同主族的相对位置关系。

(2) 根据元素在周期表中的位置，推断元素的性质变化，如金属性和非金属性、简单氢化物的稳定性、最高价氧化物对应水化物的酸性(或碱性)等。

3. 结构与性质的互推是解题的要素

(1) 电子层数和最外层电子数决定元素的金属性和非金属性强弱。

(2) 同主族元素原子的最外层电子数相同，其化学性质具有相似性。

(3) 正确推断原子半径和离子半径的大小及结构特点。

▪ 名师点拨 ▪

元素“位、构、性”规律中的特例

(1) 元素周期表中的周期一般是从金属元素开始，但第一周期例外，是从氢元素

开始。

(2)所有元素中，碳元素形成的化合物种类最多。

(3)非金属单质一般不导电，但石墨是导体，晶体硅是半导体。

(4)氟无正价，氧无最高正价；在 Na_2O_2 中氧显 -1 价；在 NaH 中氢显 -1 价。

—————【**实践应用**】—————

4. 元素的原子结构决定其性质和在周期表中的位置。下列说法正确的是()

A. 元素原子的最外层电子数等于元素的最高化合价

B. 多电子原子中，在离核较近的区域内运动的电子能量较高

C. P、S、Cl 得电子能力和最高价氧化物对应的水化物的酸性均依次增强

D. 元素周期表中位于金属和非金属的分界线附近的元素属于过渡元素

答案 C

解析 A. 对于主族元素是最外层电子数等于元素的最高化合价，故 A 错；B. 多电子原子中，在离核较近的区域内运动的电子能量较低，故 B 错；C. 因 P、S、Cl 同周期，且原子序数依次增大，则电子能力和最高价氧化物对应水化物的酸性均依次增强，故 C 正确；D. 因过渡元素指的是中间十列元素，故 D 错。

5. X、Y 两元素是同周期的非金属主族元素，如果 X 原子半径比 Y 的大，下面说法正确的是()

A. 最高价氧化物对应水化物的酸性，X 的比 Y 的强

B. X 的非金属性比 Y 的强

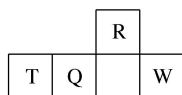
C. X 的阴离子比 Y 的阴离子还原性强

D. X 的气态氢化物比 Y 的稳定

答案 C

解析 X 原子半径比 Y 的大，说明 X 在 Y 的左边，原子序数 X 比 Y 小，X 的非金属性比 Y 的弱，因此最高价氧化物对应水化物的酸性 X 比 Y 的弱，X 的阴离子比 Y 的阴离子还原性强，X 的气态氢化物不如 Y 的稳定。

6. 短周期元素 R、T、Q、W 在元素周期表中的相对位置如图所示，其中 T 所处的周期序数与族序数相等。下列判断不正确的是()



- A. 最简单气态氢化物的热稳定性： $R > Q$
 B. 最高价氧化物对应水化物的酸性： $Q < W$
 C. 原子半径： $T > Q > R$
 D. 单质 T 与 NaOH 溶液不反应

答案 D

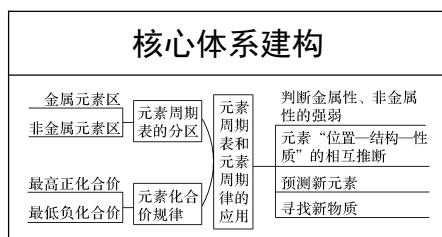
解析 短周期元素中周期序数与族序数相等的元素是 H、Be 和 Al，根据 T 在周期表中的相对位置，它只能是第三周期的 Al，据此可以判断出其他元素如表所示：

		R(N)	
T(Al)	Q(Si)		W(S)

氮元素的非金属性比硅元素的强，所以 NH_3 比 SiH_4 稳定，A 正确；硫元素的非金属性比硅元素的强，所以 H_2SO_4 比 H_2SiO_3 的酸性强，B 正确；同一周期随着原子序数的递增，原子半径逐渐减小，所以原子半径： $\text{Al} > \text{Si} > \text{P}$ ，同一主族随着原子序数的递增，原子半径逐渐增大，所以原子半径： $\text{P} > \text{N}$ ，即 $\text{Al} > \text{Si} > \text{P} > \text{N}$ ，C 正确；Al 既能与酸反应，又能与 NaOH 溶液反应，D 错误。

课堂小结 · 即时达标

建体系 · 固双基



■ 即时达标

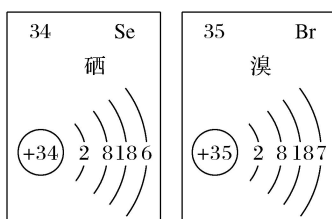
1. 元素在周期表中的位置，反映了元素的原子结构和元素的性质。下列说法正确的是()
- A. 同一元素不可能既表现金属性，又表现非金属性
 B. 第三周期元素的最高正化合价等于它所处的主族序数
 C. 短周期元素形成离子后，最外层都达到 8 电子稳定结构
 D. 同一主族的元素的原子，最外层电子数相同，化学性质完全相同

答案 B

解析 第三周期的 Al 元素，既有金属性，又有非金属性，故 A 错误； H^+ 最外层

无电子， Li^+ 最外层有 2 个电子，因此并非所有的短周期元素原子形成离子后，最外层都达到 8 电子稳定结构，故 C 错误；同主族元素的原子，化学性质有相似性，但并不完全相同，故 D 错误。

2. (2021·无锡高一检测)Se、Br 两种元素的部分信息如图所示，下列说法正确的是()

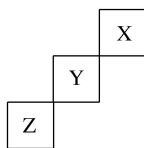


- A. 原子半径： $\text{Br} > \text{Se} > \text{P}$
- B. 还原性： $\text{S}^{2-} > \text{Se}^{2-} > \text{Br}^-$
- C. Se 在元素周期表中位于第四周期VIA族
- D. Se、Br 位于同一主族

答案 C

解析 由图示信息可知 Se 为 34 号元素，Br 为 35 号元素，Se 和 Br 位于同一周期且 Se 位于 Br 的左侧，原子半径： $\text{Se} > \text{Br}$ ，故 A、D 项错误；Se 和 S 位于同一主族，且 Se 位于 S 的下一周期，故还原性： $\text{Se}^{2-} > \text{S}^{2-}$ ，B 项错误；由图示信息可知 Se 位于第四周期VIA族，C 正确。

3. (2021·金华高一检测)短周期元素 X、Y、Z 在元素周期表中的位置如图所示，下列说法正确的是()



- A. X、Y、Z 三种元素中，X 的非金属性最强
- B. Y 的氢化物的稳定性比 Z 的氢化物弱
- C. Y 的最高正化合价为 +7 价
- D. X 单质的熔点比 Z 的低

答案 D

解析 由题目信息(短周期图示位置关系)，可确定 X、Y、Z 三种元素分别为 He、F、S。非金属性最强的是 F，A 项错误；HF 比 H_2S 更稳定，B 项错误；元素 F

无正化合价，C项错误；因常温常压下He为气体，S为固体，D项正确。

4. 近年来，我国在超导研究方面居世界领先地位，铊(Tl)是超导体的组成成分之一，铊位于第六周期ⅢA族，下列对铊的性质推导可能正确的是()

①铊是易导电的银白色金属 ② $Tl(OH)_3$ 是两性氢氧化物 ③ Tl^{3+} 的氧化能力比 Al^{3+} 的强 ④单质能跟稀 HNO_3 反应生成硝酸盐

A. ①④

B. ②③

C. 只有①

D. 只有④

答案 A

解析 铊位于第六周期ⅢA族，与Al同族，同主族元素随着原子序数增大，原子失电子能力逐渐增强，金属离子的氧化性逐渐减弱，最高价氧化物对应水化物的碱性逐渐增强。故①④正确。

5. 我国著名化学家张青莲精确地测定了锗(Ge)、锌等九种元素的相对原子质量，得到的新值被作为国际新标准。已知锗的原子序数为32。

(1)它位于元素周期表中第_____周期_____族。

(2)锗类似于铝，能溶于氢氧化钠溶液，其主要原因是_____ (填序号)。

①它与硅位于同一主族

②它位于周期表中金属与非金属分界线附近

③它位于边界线附近

④它是两性物质

(3)材料科学是目前全世界研究的热点，为了寻找半导体材料，科学家应在元素周期表中某区域寻找元素组成材料，该区域是_____ (填字母)。

A. 左上角

B. 右上角

C. 过渡元素

D. 金属与非金属分界线附近

答案 (1)四 IVA (2)② (3)D

解析 根据元素周期表的结构可知，锗属于第四周期IVA族元素。锗位于元素周期表中金属与非金属分界线附近，它具有某些金属元素的性质，又具有某些非金属元素的性质，它是金属元素。

一、选择题(本题包括 12 小题, 每小题只有一个选项符合题意)

1. 下列说法错误的是()

- A. 作半导体材料的元素大多数位于周期表中金属元素和非金属元素的分界线附近
- B. 农药中常含有的元素通常在元素周期表的右上方区域内
- C. 构成催化剂的元素通常在元素周期表的左下方区域内
- D. 在周期表过渡元素中寻找作耐高温和耐腐蚀的合金材料的元素

答案 C

解析 构成催化剂的元素大多为过渡金属元素, 在元素周期表的中间部分。

2. 下列关于元素周期律的叙述中不正确的是()

- A. Na、Mg、Al 最外层电子数依次增多, 其单核离子的氧化性依次增强
- B. P、S、Cl 最高正化合价依次升高, 对应简单气态氢化物的稳定性依次增强
- C. 同周期元素的原子半径以第 VIIA 族的为最大
- D. Na、Mg、Al 的氢氧化物的碱性依次减弱

答案 C

解析 Na、Mg、Al 原子的最外层电子数依次为 1、2、3, 其原子的还原性依次减弱, 但离子的氧化性依次增强; P、S、Cl 的最高正化合价分别为 +5、+6、+7, 由于 P、S、Cl 的非金属性依次增强, 其所对应的气态氢化物的稳定性也依次增强; 除稀有气体元素外, 同周期元素从左到右其原子半径逐渐减小; 因 Na、Mg、Al 的金属性依次减弱, 则它们的氢氧化物的碱性也依次减弱。

3. 下列有关原子结构和元素周期律的表述正确的是()

- ①原子序数为 15 的元素的最高化合价为 +3 ②第 VIIA 族元素是同周期中非金属性最强的元素 ③第二周期第 IVA 族元素的原子核电荷数和中子数一定为 6 ④原子序数为 12 的元素位于元素周期表的第三周期第 II A 族

A. ①②

B. ①③

C. ②④

D. ③④

答案 C

解析 原子序数为 15 的元素是 P, 最高化合价为 +5 价, ①错误; 在元素周期表

中同一周期随原子序数递增，非金属性逐渐增强，②正确；C的质子数为6，但中子数不一定为6，因C存在 ^{14}C 和 ^{13}C 等同位素，③错误；原子序数为12的元素为Mg，④正确。

4. 借助碱金属和卤族元素的递变性分析下面的推断，其中正确的是()

A. 已知Ca是第四周期IIA族的元素，故 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的碱性比 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的碱性弱

B. 已知As是第四周期VA族的元素，故 AsH_3 的稳定性比 NH_3 的稳定性强

C. 已知Cs的原子半径比Na的原子半径大，故Cs与水反应不如Na与水反应剧烈

D. 已知Cl的核电荷数比F的核电荷数多，故Cl的原子半径比F的原子半径大

答案 D

解析 由碱金属元素和卤族元素的递变性可知，同主族元素从上到下金属性递增，非金属性递减，最高价氧化物对应的水化物碱性增强，金属活动性增强，非金属气态氢化物稳定性减弱，A、B、C错误；同主族元素随核电荷数增大，原子半径递增，D正确。

5. 镁、锂在元素周期表中具有特殊“对角线”关系，它们的性质相似。例如，它们的单质在过量氧气中燃烧时均只生成正常的氧化物等，下列关于锂的叙述不正确的是()

A. Li_2SO_4 易溶于水

B. LiOH是易溶于水、受热不分解的强碱

C. Li遇浓硫酸不产生“钝化”现象

D. Li_2CO_3 受热分解，生成 Li_2O 和 CO_2

答案 B

解析 根据题中信息，将镁的有关性质进行迁移应用，可推测锂的有关性质。由Mg、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 MgCO_3 、 MgSO_4 的性质推测相应的Li及其化合物的性质。 MgSO_4 易溶于水， $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 是难溶、易分解的中强碱，Mg与浓硫酸能发生反应， MgCO_3 受热易分解生成 MgO 和 CO_2 ，故B项不正确。

6. (2021·吉林高一检测)镓是1871年俄国化学家门捷列夫在编制元素周期表时曾预言的“类铝”元素。镓的原子序数为31，属IIIA族。镓的熔点为 $29.78\text{ }^\circ\text{C}$ ，沸点高达 $2403\text{ }^\circ\text{C}$ 。镓有过冷现象(即冷至熔点下不凝固)，它可过冷到 $-120\text{ }^\circ\text{C}$ 。

由此判断下列有关镓的性质及其用途的叙述不正确的是()

- A. 镓是制造高温温度计的上佳材料
- B. 镓能溶于强酸和强碱中
- C. 镓与锌、锡、铟等金属制成的合金, 可用在自动救火的水龙头中
- D. 近年来, 镓成为电子工业的新宠, 其主要用途是制造半导体材料, 被誉为“半导体家族的新成员”, 这是利用了镓的导电性介于导体和绝缘体之间的性质

答案 D

解析 镓的熔点为 $29.78\text{ }^{\circ}\text{C}$, 沸点高达 $2\ 403\text{ }^{\circ}\text{C}$; 镓有过冷现象(即冷至熔点下不凝固), 它可过冷到 $-120\text{ }^{\circ}\text{C}$, 因此 A、C 两项正确。铝能溶于强酸和强碱中, 铝是电的良好导体而不是半导体, 镓是“类铝”元素, 所以镓能溶于强酸和强碱中, 镓是电的良好导体而不是半导体, 即 B 项正确, D 项不正确。

7. (2021·赤峰高一检测)某短周期主族元素 R 的最高正化合价与最低负化合价的代数和为 6, 由此可以判断()

- A. R 可能是第二周期元素
- B. R 一定是 VIA 族元素
- C. R 的气态氢化物比同周期其他元素气态氢化物稳定
- D. R 气态氢化物化学式为 H_2R

答案 C

解析 某短周期主族元素 R 的最高正化合价与最低负化合价的代数和为 6, 这说明最高价是 +7 价, 最低价是 -1 价, 因此是氯元素。A. 氯元素是第三周期元素, A 错误; B. 氯元素是 VIIA 族元素, B 错误; C. 同周期自左向右非金属性逐渐增强, 氢化物的稳定性逐渐增强, 则氯的气态氢化物比同周期其他元素气态氢化物稳定, C 正确; D. 氯的气态氢化物化学式为 HCl , D 错误。

8. (2020·广东省广、深、珠三校联考)2019 年是“国际化学元素周期表年”。1869 年门捷列夫把当时已知的元素根据物理、化学性质进行排列, 准确预留了甲、乙两种未知元素的位置, 并预测了二者的相对原子质量, 部分原始记录如下。下列说法不正确的是()

B=11	Al=27	?=68(甲)
C=12	Si=28	?=70(乙)
N=14	P=31	As=75
O=16	S=32	Se=79.4
F=19	Cl=35.5	Br=80

- A. 元素甲位于现行元素周期表第四周期ⅢA族
- B. 原子半径比较：甲>乙>Si
- C. 元素乙的简单气态氢化物的稳定性比CH₄强
- D. 推测乙可以用作半导体材料

答案 C

解析 由图可以看出同一行的元素位于同一主族，同一列的元素位于同一周期，据此可推断出甲为Ga，乙为Ge。甲为Ga元素，位于元素周期表第四周期ⅢA族，故A正确；同周期主族元素从左到右原子半径逐渐减小，同主族元素从上到下原子半径逐渐增大，因此原子半径：甲>乙>Si，故B正确；Ge的非金属性比C弱，则元素乙的简单气态氢化物的稳定性比CH₄弱，故C错误；乙在金属元素与非金属元素交界处附近，因此推测乙可以用作半导体材料，故D正确。

9.(2021·鸡西高一检测)已知短周期主族元素X、Y、Z在元素周期表中的位置如

图所示，下列说法正确的是()

X	Y
Z	

- A. 原子半径：Z>Y>X
- B. X元素位于第二周期
- C. 气态氢化物的热稳定性：X>Y>Z
- D. 最高价氧化物对应的水化物的酸性：Y>Z>X

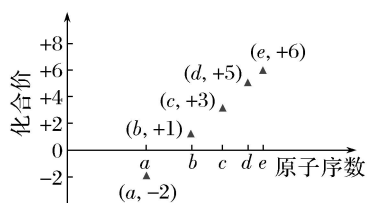
答案 B

解析 由X、Y、Z为短周期元素及三者位置可推测X元素位于第二周期，B正确；原子半径Z>X>Y，A错误；非金属性越强，对应的气态氢化物越稳定，最高价氧化物对应的水化物酸性越强，因非金属性Y>X>Z，则气态氢化物热稳定性Y>X>Z，最高价氧化物对应水化物的酸性Y>X>Z(X、Y不是O、F)，若X、Y为O、F，则无最高价氧化物，C、D错误。

10. 科学家已正式将原子序数为114的元素命名为钅夫，下面关于它的原子结构和性质预测不正确的是()

- A. 该元素原子的最外层电子数为4
- B. 其常见价态为+2、+4
- C. 它的金属性比铅强

12. 如图是部分短周期元素的原子序数与其某种常见化合价的关系图，原子序数 a 、 b 、 c 、 d 、 e 所对应的元素分别为 A、B、C、D、E，则下列说法正确的是()



- ① ^{31}D 和 ^{33}D 属于同种核素
- ②气态氢化物的稳定性: $\text{A} > \text{D} > \text{E}$
- ③B 和 C 的最高价氧化物对应的水化物可以反应
- ④A 和 B 可形成两种化合物

A. ①②

B. ②③

C. ③④

D. ②④

答案 C

解析 由部分短周期元素的原子序数与其某种常见化合价的关系图分析可知，A 为氧元素，E 为硫元素，B 为钠元素，C 为铝元素，D 为磷元素。 ^{31}D 和 ^{33}D 的质子数相同，中子数不同，不是同种核素，二者互为同位素，①错误；A、E、D 的非金属性依次减弱，它们的气态氢化物的稳定性也依次减弱，即 $\text{A} > \text{E} > \text{D}$ ，②错误；B 和 C 的最高价氧化物对应的水化物分别为 NaOH 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$ ，二者可以反应，③正确；A 和 B 可形成 Na_2O 和 Na_2O_2 ，④正确。

二、非选择题(本题包括 3 小题)

13. 元素在周期表中的位置，反映了元素的原子结构和元素的性质。下图是元素周期表的一部分。

	C	N	O	F	
	Si	P	S	Cl	
	Ge	As	Se	Br	
	Sn	Sb	Te	I	
	Pb	Bi	Po	At	

(1) 阴影部分元素在元素周期表中的位置为第_____族。

(2) 根据元素周期律预测： H_3AsO_4 属于_____ (填“强酸”或“弱酸”)。

(3) C 和 Si 元素的氢化物都可以燃烧，但 Si 元素的氢化物在空气中可以自燃，试

写出其完全燃烧的化学方程式：_____。

(4)试比较 S、O、F 三种元素的原子半径大小：_____ (填元素符号)。

答案 (1)VA (2)弱酸 (3) $\text{SiH}_4 + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{SiO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (4) $\text{S} > \text{O} > \text{F}$

解析 (1)图中阴影部分为氮族元素，即第VA族。

(2)在周期表中，砷元素的非金属性比磷元素弱，磷酸属于中强酸，故 H_3AsO_4 属于弱酸。

(3)甲烷(CH_4)燃烧产生二氧化碳和水，硅烷(SiH_4)的性质与甲烷相似，它在空气中燃烧的产物应该是水和硅的氧化物，即 $\text{SiH}_4 + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{SiO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(4)S 与 O 同主族，原子序数 $\text{S} > \text{O}$ ，故原子半径 $\text{S} > \text{O}$ ；O 与 F 同周期，原子序数 $\text{O} < \text{F}$ ，故原子半径 $\text{O} > \text{F}$ ，所以原子半径： $\text{S} > \text{O} > \text{F}$ 。

14. 门捷列夫在研究周期表时预言了包括“类铝”“类硅”在内的 11 种元素。

(1)门捷列夫预言的“类硅”，多年后被德国化学家文克勤发现，命名为锗(Ge)。

①已知主族元素锗的最高化合价为+4价，其最高价氧化物对应的水化物为两性氢氧化物。试比较元素的非金属性 Si _____ Ge(用“>”或“<”表示)。

②若锗位于硅的下一周期，写出“锗”在周期表中的位置_____。根据锗在周期表中处于金属和非金属分界线附近，预测锗单质的一种用途是

_____。

③硅和锗单质分别与 H_2 反应时，反应较难进行的是_____ (填“硅”或“锗”)。

(2)“类铝”在门捷列夫预言 4 年后，被布瓦博德朗在一种矿石中发现，命名为镓(Ga)。

①由镓的性质推知，镓与铝同主族，且位于铝的下一周期。试从原子结构的角度解释镓与铝性质相似的原因_____。

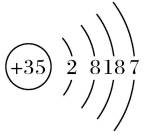
_____。

②为判断 $\text{Ga}(\text{OH})_3$ 是否为两性氢氧化物，设计实验时，需要选用的试剂有 GaCl_3 溶液，_____ 和_____。

答案 (1)①> ②第四周期IVA族 半导体材料 ③锗

(2)①原子最外层电子数都是 3 个 ②NaOH 溶液 稀硫酸(或盐酸)

15. 元素周期表与元素周期律在学习、研究中有很重要的作用。下表是 5 种元素的相关信息，W、X 都位于第三周期。

元素	信息
Q	地壳中含量最高的元素
W	最高化合价为+7 价
X	最高价氧化物对应的水化物在其所在周期中碱性最强
Y	焰色试验(透过蓝色钴玻璃观察)火焰呈紫色
Z	原子结构示意图为： 

(1)Q 在周期表中的位置是_____。

(2)W 的最高价氧化物对应的水化物的化学式是_____。

(3)X 单质与水反应的离子方程式是_____

_____。

(4)金属性 Y 强于 X,用原子结构解释原因:_____

_____，

失电子能力 Y 大于 X，金属性 Y 强于 X。

(5)下列对于 Z 及其化合物的推断中，正确的是_____ (填字母)。

A. Z 的最低负化合价与 W 的最低负化合价相同

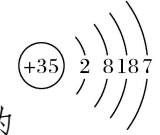
B. Z 的氢化物的稳定性弱于 W 的氢化物的稳定性

C. Z 的单质可与 X 和 W 形成的化合物的水溶液发生置换反应

答案 (1)第二周期第VIA 族 (2) HClO_4 (3) $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$

(4)最外层电子数 Y 与 X 相同，电子层数 Y 大于 X，原子半径 Y 大于 X (5)AB

解析 Q 为地壳中含量最高的元素，则 Q 为 O；W、X 都位于第三周期，W 最高化合价为 +7 价，X 最高价氧化物对应的水化物在其所在周期中碱性最强，则 W 为 Cl，X 为 Na；Y 的焰色试验(透过蓝色钴玻璃观察)火焰呈紫色，则 Y 为 K；

Z 原子结构示意图为 ，则 Z 为 Br。

(1)Q 为 O，在周期表中的位置是第二周期第VIA 族。

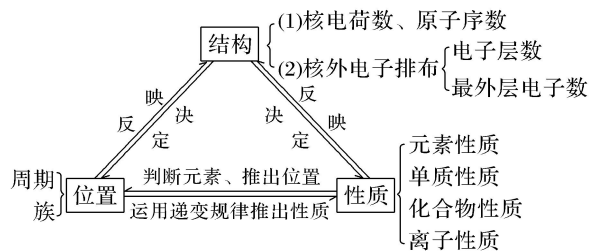
- (2)W 为 Cl, 最高价为 +7 价, 最高价氧化物对应的水化物的化学式是 HClO_4 。
- (3)X 为 Na, 其单质与水反应生成氢氧化钠和氢气, 离子方程式是 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$ 。
- (4)X 为 Na, Y 为 K, 二者同族, 最外层电子数 K 与 Na 相同, 电子层数 K 大于 Na, 原子半径 K 大于 Na, 则失电子能力 K 大于 Na, 金属性 K 强于 Na。
- (5)W 为 Cl, Cl 与 Br 同主族, Br、Cl 的最低负化合价均为 -1 价, 故 A 正确; 非金属性: $\text{Cl} > \text{Br}$, 非金属性越强, 气态氢化物的稳定性越强, 则 HBr 的稳定性弱于 HCl 的稳定性, 故 B 正确; Z 为 Br, X 和 W 形成的化合物的水溶液为 NaCl 溶液, 由于氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2$, 则 Br_2 不能从氯化钠溶液中置换出氯气, 故 C 错误。

微专题 12 “位、构、性”关系的综合应用——知识技能型

【核心归纳】

1. 元素的结构、位置与性质之间的关系

元素在周期表中的位置, 反映了元素的原子结构和元素的性质, 而根据元素的原子结构又可推测它在元素周期表中的位置和性质, 三者之间的关系如图所示。

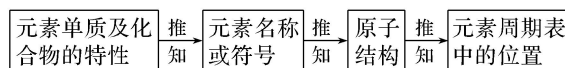


2. 解答元素推断题的一般思路

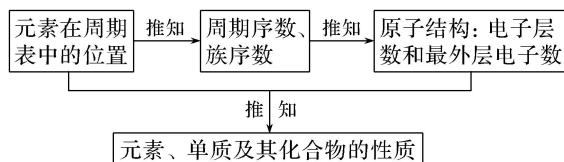
(1) 由元素原子或离子的核外电子排布推断



(2) 由元素单质或化合物的性质(特性)推断



(3) 由元素在周期表中的位置推断



3. 元素推断题的解题方法

(1) 解题步骤: ①定范围, 即通过审题确定题目限制的元素范围, 如短周期元素、常见元素、前 20 号元素等;

②挖信息, 根据题目叙述, 从中找出元素原子结构特征等信息;

③建联系, 元素推断一定要联系“元素周期表”, 心中有“表”是推断元素的基础;

④巧整合, 在上述基础上, 将元素周期表结构与已知信息整合, 确定元素。

(2) 解题技巧: ①将推断的元素代入周期表, 看是否完全符合题意; ②当推断元素有多种可能时, 要重新检查题意, 看是否符合题目要求。

[典题分类示例]

类型一 由原子结构特点推断

[典例 1] W、X、Y、Z 均为短周期主族元素, 原子序数依次增大, 且原子核外 L 电子层的电子数分别为 0、5、8、8, 它们的最外层电子数之和为 18。下列说法正确的是()

- A. 氢化物的稳定性: $Y > X$
- B. 阴离子的还原性: $W > Z$
- C. 氧化物的水化物的酸性: $Y < Z$
- D. X 与 Y 元素不能存在于同一化合物中

答案 B

解析 W、X、Y、Z 均为短周期主族元素, 原子序数依次增大, 且原子核外 L 电子层的电子数分别为 0、5、8、8, 则 W 是 H 元素, X 是 N 元素, Y、Z 均处于第三周期, 四种元素原子的最外层电子数之和为 18, 故 Y、Z 最外层电子数之和是 $18 - 1 - 5 = 12$, 最外层电子数只能为 5、7, 又因为 Y 的原子序数小于 Z, 则 Y 是 P 元素, Z 是 Cl 元素, W、X、Y、Z 分别是 H、N、P、Cl 元素。A 项, 由于非金属性 $N > P$, 即 $X > Y$, 则氢化物的稳定性 $X > Y$, 错误; B 项, 元素的非金属性 $H < Cl$, 所以阴离子的还原性 $W > Z$, 正确; C 项, 元素的非金属性 $P < Cl$,

最高价氧化物对应水化物的酸性 $\text{H}_3\text{PO}_4 < \text{HClO}_4$ ，但氧化物对应水化物的酸性不一定存在此规律，如磷酸的酸性大于次氯酸的酸性，错误；D项，X、Y分别是N、P元素，可以形成铵盐，如磷酸铵、磷酸一氢铵、磷酸二氢铵等化合物，错误。

▪ 名师点拨 ▪

短周期元素中典型原子的结构特征

	结构特征	元素
1	原子核中没有中子	H
2	原子最外层电子数与核外电子层数相同	H、Be、Al
3	各电子层上的电子数均满足 $2n^2$	He、Ne
4	电子总数是最外层电子数的2倍	Be
5	最外层电子数与最内层电子数相等	Be、Mg
6	最外层电子数与次外层电子数相等	Be、Ar
7	最外层电子数是次外层电子数的2倍	C
8	最外层电子数是次外层电子数的一半	Li、Si

类型二 由元素在周期表中“片段结构”推断

[典例 2] (2019·全国卷 II 改编)今年是门捷列夫发现元素周期律 150 周年。右表是元素周期表的一部分，W、X、Y、Z 为短周期主族元素，W 与 X 的最高化合价之和为 8。下列说法错误的是()

			W
	X	Y	Z

- A. 原子半径： $W < X$
- B. 常温常压下，W 单质为气态
- C. 气态氢化物热稳定性： $Z < W$
- D. X 的最高价氧化物的水化物是强碱

答案 D

解析 根据元素周期表短周期部分的结构和题意，W 是第二周期元素，X、Y、Z 都是第三周期元素。W 与 X 的最高化合价之和为 8，氟和氧都没有与族数相对应的最高化合价，则 W 是氮，X 是铝，进而可知 Y 是硅，Z 是磷。A 项，原子

半径 $X > Z$, $Z > W$, 则 $W < X$, 正确; B 项, 常温常压下, N_2 为气态, 正确; C 项, 非金属性: $Z < W$, 则气态氢化物的热稳定性: $Z < W$, 正确; D 项, 该“水化物”即 $Al(OH)_3$, 它是两性氢氧化物, 错误。

▪ 名师点拨 ▪

短周期元素的位置特征

	位置特征	元素
1	主族序数等于周期数	H、Be、Al
2	主族序数等于周期数 2 倍	C、S
3	主族序数等于周期数 3 倍	O
4	周期数等于主族序数 2 倍	Li
5	周期数等于主族序数 3 倍	Na
6	最高化合价与最低化合价之和为 0	C、Si、H
7	原子半径最大的元素	Na
8	原子半径最小的元素	H

类型三 由元素单质及其化合物的特殊性质推断

[典例 3] (2018·全国卷 III 改编)(双选)W、X、Y、Z 均为短周期元素且原子序数依次增大, 元素 X 和 Z 同族。盐 YZW 与浓盐酸反应, 有黄绿色气体产生, 此气体同冷烧碱溶液作用, 可得到含 YZW 的溶液。下列说法正确的是()

- A. 原子半径大小为 $W < X < Y < Z$
- B. X 的氢化物水溶液酸性强于 Z 的
- C. W 与 Y 能形成 Y_2W 和 Y_2W_2 两种化合物
- D. 标准状况下 W 的单质状态与 X 的相同

答案 CD

解析 根据原子序数 $W < X < Y < Z$, 盐 YZW 与浓盐酸反应, 有黄绿色气体产生, 此气体同冷烧碱溶液作用, 可得到含 YZW 的溶液, 可知 W 是氧、Y 是钠、Z 是氯。X 和 Z 同族, 则 X 是氟。原子半径大小应为 $X < W < Z < Y$, 即 $F < O < Cl < Na$, A 项错误; HF 是弱酸, HCl 是强酸, B 项错误; 钠与氧能形成 Na_2O 和 Na_2O_2 两种氧化物, C 项正确; 标准状况下, O_2 、 O_3 与 F_2 均为气体, D 项正确。

▪ 名师点拨 ▪

(1)短周期主族元素及其化合物的性质特征

- ①形成化合物种类最多的元素、形成的某种单质是自然界中硬度最大的物质的元素或气态氢化物中氢的质量分数最高的元素为 C。
- ②空气中含量最多的元素或气态氢化物的水溶液呈碱性的元素为 N。
- ③地壳中含量最多的元素、氢化物在通常情况下呈液态的元素为 O。
- ④单质最轻的元素为 H；最轻的金属单质为 Li。
- ⑤单质在常温下呈液态的非金属元素为 Br；金属元素为 Hg。
- ⑥最高价氧化物及其水化物既能与强酸反应，又能与强碱反应的短周期元素为 Al。
- ⑦元素的气态氢化物和它的最高价氧化物的水化物能起化合反应的元素为 N。
- ⑧形成的单质在常温下能与水反应放出气体的短周期元素为 Li、Na、F。

(2)常考元素单质及其化合物的特殊性质(*为以后要学习的物质)

- ①有颜色的气体：F₂(淡黄绿色)、Cl₂(黄绿色)、*NO₂(红棕色)、O₃(淡蓝色)。
- ②有毒的气体：F₂、Cl₂、*NO₂、*SO₂、CO、*NO、*H₂S。
- ③在空气中能产生白雾的气体：HCl、HBr、HI。
- ④能使湿润的品红试纸褪色的气体：Cl₂、O₃等。
- ⑤在空气中燃烧时火焰呈蓝色或淡蓝色的气体：H₂、CO、CH₄。
- ⑥能使带火星的木条复燃的气体：O₂(常见的)、O₃。
- ⑦铁的化合物的颜色：FeO(黑色)、Fe₃O₄(黑色)、Fe₂O₃(红棕色)、Fe(OH)₂(白色)、Fe(OH)₃(红褐色)、FeS(黑色)、FeCl₃(棕黄色)、Fe²⁺(溶液中为浅绿色)、Fe³⁺(溶液中为黄色)。
- ⑧有漂白性的物质：新制氯水、O₃、Na₂O₂、H₂O₂。

—————【实践应用】—————

1. a、b、c、d 为原子序数依次增大的短周期主族元素，a 原子核外电子总数与 b 原子次外层的电子数相同；c 所在周期数与族数相同；d 与 a 同族。下列叙述正确的是()
- A. 原子半径：d>c>b>a
 - B. 4 种元素中 b 的金属性最强
 - C. c 的氧化物的水化物是强碱

D. d单质的氧化性比a单质的氧化性强

答案 B

解析 由题意可推出 a 为 O, b 为 Na 或 Mg, c 为 Al, d 为 S。原子半径: Na(或 Mg) $>$ Al $>$ S $>$ O, A 项错误; 同周期主族元素从左到右, 金属性逐渐减弱, 即金属性: Na(或 Mg) $>$ Al, B 项正确; Al₂O₃ 对应的水化物为 Al(OH)₃, Al(OH)₃ 是两性氢氧化物, C 项错误; 同主族元素自上而下, 非金属性逐渐减弱, 则对应单质的氧化性逐渐减弱, 即氧化性: O₂ $>$ S, D 项错误。

2. 如图为元素周期表的一部分, 其中 X、Y、Z、W 为短周期元素, W 元素的核电荷数为 X 元素的 2 倍。下列说法正确的是()

		X
Y	Z	W
	T	

- A. X、W、Z 的原子半径依次减小
- B. Y、Z、W 的最高价氧化物对应水化物的酸性依次减弱
- C. 根据元素周期表推测 T 元素的单质具有半导体特性
- D. 最低价阴离子的失电子能力: X $>$ W

答案 C

解析 W 元素的核电荷数为 X 元素的 2 倍, 说明 X 为氧元素, W 为硫元素, 则 Y 为硅元素, Z 为磷元素, T 为砷元素。同周期元素从左到右原子半径依次减小, 同主族元素从上到下原子半径依次增大, 所以 X、W、Z 的原子半径依次增大, 故 A 错误; 同周期元素从左到右非金属性逐渐增强, 最高价氧化物对应水化物的酸性依次增强, 故 Y、Z、W 的最高价氧化物对应水化物的酸性依次增强, 故 B 错误; 砷元素在金属元素和非金属元素的分界线附近, 其单质具有半导体特性, 故 C 正确; X 的非金属性比 W 强, 所以最低价阴离子的失电子能力: O²⁻ $<$ S²⁻, 故 D 错误。

3. 短周期元素 X、Y、Z、W 在元素周期表中的相对位置如图所示, 其中 W 原子的最外层电子数是最内层电子数的 3 倍。下列判断正确的是()

		X	
Y	Z		W

- A. 原子半径: W $>$ Z $>$ Y $>$ X

- B. Y 元素的单质只能跟酸反应
C. 最简单气态氢化物的热稳定性: $W > Z$
D. W 元素的氧化物对应的水化物均为强酸

答案 C

解析 由短周期元素 X、Y、Z、W 在元素周期表中的相对位置可知, W 位于第三周期, 且 W 原子的最外层电子数是最内层电子数的 3 倍, 则最外层电子数为 6, 可知 W 为 S 元素, 则 X 为 N, Z 为 Si, Y 为 Al。同周期元素从左向右原子半径逐渐减小, 则原子半径: $Y > Z > W$, 故 A 错误; Al 既能与酸反应, 又能与碱反应, 故 B 错误; 非金属性: $W > Z$, 则简单气态氢化物的热稳定性: $W > Z$, 故 C 正确; S 元素最高价氧化物 SO_3 对应的水化物 H_2SO_4 为强酸, 而 SO_2 对应的水化物 H_2SO_3 为中强酸, 故 D 错误。

4. a、b、c、d 为短周期元素, a 的原子中只有 1 个电子, b^{2-} 和 c^+ 离子的电子层结构相同, b 和 d 同族。下列叙述错误的是()

- A. a 与其他三种元素形成的二元化合物中其化合价均为 +1
B. b 与其他三种元素均可形成至少两种二元化合物
C. c 的原子半径是这些元素中最大的
D. d 与 a 形成的化合物的溶液呈弱酸性

答案 A

解析 由题中所给的信息可知, a 为 H, b 为 O, c 为 Na, d 为 S。A 项中, H 与 Na 可以形成化合物 NaH, H 的化合价为 -1; B 项中, O 与其他三种元素可以形成 H_2O 、 H_2O_2 、 Na_2O 、 Na_2O_2 、 SO_2 、 SO_3 等二元化合物; C 项中, 四种元素原子半径大小顺序为 $Na > S > O > H$; D 项中, H 与 S 形成化合物 H_2S , 其水溶液呈弱酸性。

5. X、Y、Z、W 均为原子序数小于 18 的四种元素的原子, 已知 X 核外电子总数等于电子层数, Y 最外层电子数是次外层电子数的两倍, Z_2 是空气的主要成分之一, 是最常见的助燃剂, W^+ 与氦原子核外电子排布相同, 下列说法不正确的是()

- A. Z^{2-} 与 W^+ 具有相同的核外电子排布
B. YZ_2 的水溶液能导电, 所以化合物 YZ_2 属于电解质

C. 化合物 WZX 的水溶液能使湿润的红色石蕊试纸变蓝

D. 元素 X、Z 之间可以形成 X_2Z 和 X_2Z_2 两种化合物

答案 B

解析 X、Y、Z、W 均为原子序数小于 18 的四种元素的原子，已知 X 核外电子总数等于电子层数，则 X 为氢；Y 最外层电子数是次外层电子数的两倍，则 Y 为碳； Z_2 是空气的主要成分之一，是最常见的助燃剂，则 Z 为氧； W^+ 与氖原子核外电子排布相同，则 W 为钠。A 项， $Z^{2-}(O^{2-})$ 与 $W^+(Na^+)$ 原子核外都有 10 个电子，具有相同的核外电子排布，正确；B 项，二氧化碳的水溶液能导电，是因为碳酸发生电离，所以碳酸为电解质，而二氧化碳属于非电解质，错误；C 项，化合物氢氧化钠的水溶液显碱性，能使湿润的红色石蕊试纸变蓝，正确；D 项，氢和氧之间可以形成 H_2O 和 H_2O_2 两种化合物，正确。