

第二节 元素周期律

第一课时 元素性质的周期性变化规律

【课程标准要求】

1. 结合有关数据和实验事实认识原子结构、元素性质是周期性变化的规律，建构元素周期律。
2. 以第三周期的钠、镁、铝、硅、磷、硫、氯为例，了解同周期元素性质的递变规律。
3. 能用原子结构解释元素性质及其递变规律，并能结合实验及事实进行说明。

新知自主预习

夯基固本

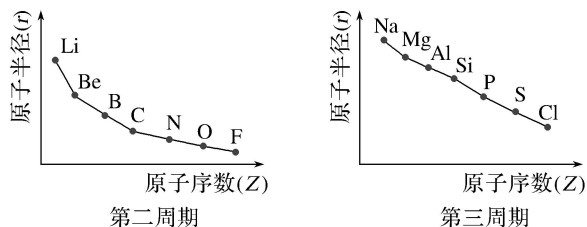
一、1~18号元素原子结构的周期性变化

1. 原子最外层电子排布变化规律

周期序号	原子序数	电子层数	最外层电子数	结论
第一周期	1→2	1	1→2	同周期由左向右元素的原子最外层电子数逐渐增加(1→8, 第一周期)
第二周期	3→10	2	1→8	
第三周期	11→18	3	1→8	

规律：随着原子序数的递增，元素原子的核外电子排布呈现周期性变化。

2. 元素原子半径的周期性变化



规律：同周期随着原子序数的递增，元素的原子半径呈现由大到小的周期性变化。

【微自测】

1. 下列第三周期的主族元素中，原子半径最大的是()

A. Na

B. Si

C. S

D. Cl

答案 A

解析 第三周期主族元素的原子半径自左向右逐渐减小，所以 Na 的原子半径最大。

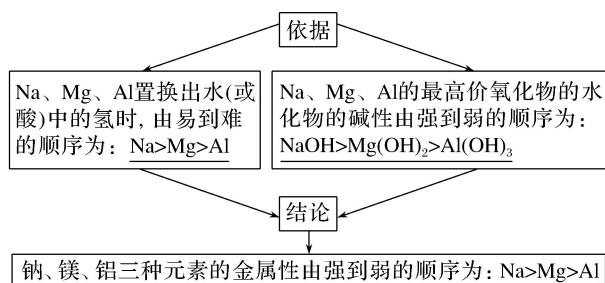
二、1~18 号元素性质的周期性变化

1. 元素主要化合价的周期性变化

周期序号	原子序数	主要化合价	结论
第一周期	1→2	+1→0	①同周期由左向右元素的最高正价逐渐升高(+1→+7, O 和 F 无最高正价); ②元素的最低负价由 IVA 族的 -4 价逐渐升高至 VIIA 族的 -1 价; ③最高正价+ 最低负价 =8
第二周期	3→9	最高价 <u>+1→+5</u> (不含 O、F) 最低价 <u>-4→-1</u>	
第三周期	11→17	最高价 <u>+1→+7</u> 最低价 <u>-4→-1</u>	
规律：随着原子序数的递增，元素的主要化合价呈现周期性变化			

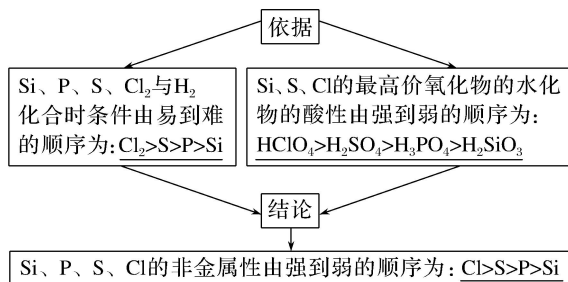
2. 元素金属性与非金属性的周期性变化

(1) Na、Mg、Al 金属性强弱比较



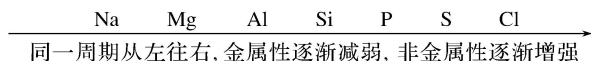
[总结] 随着核电荷数增大，与水(酸)反应越来越难，最高价氧化物的水化物的碱性越来越弱。

(2) Si、P、S、Cl 非金属性强弱的比较



[总结] 随着核电荷数增大, 与 H_2 反应越来越容易, 最高价氧化物对应水化物的酸性越来越强。

(3) 同周期元素性质递变规律



3. 元素周期律

(1) 内容: 元素的性质随着原子序数的递增而呈周期性变化的规律。

(2) 实质: 元素性质的周期性变化是元素原子核外电子排布呈现周期性的变化的必然结果。

【微自测】

2. 在第三周期元素中, 除稀有气体元素外:

- (1) 原子半径最小的元素是_____ (填元素符号, 下同)。
- (2) 金属性最强的元素是_____。
- (3) 最高价氧化物对应水化物酸性最强的是_____ (填化学式, 下同)。
- (4) 最不稳定的气态氢化物是_____。
- (5) 最高价氧化物对应水化物碱性最强的是_____。
- (6) 氧化物中具有两性的是_____。

答案 (1)Cl (2)Na (3) $HClO_4$ (4) SiH_4 (5)NaOH (6) Al_2O_3

课堂互动探究

启迪思维

一、第三周期主族元素性质的变化规律

【活动探究】

实验素材

[实验 1] 钠、镁元素金属性强弱的实验探究

(1)实验原理：Na、Mg 与水反应置换出 H₂ 的难易。

(2)实验操作与现象

	实验内容	实验现象
Na	将绿豆粒大小的钠投入水中，滴加 2 滴酚酞溶液	与冷水发生剧烈反应，有气泡产生，溶液变红
Mg	取一小段镁条，用砂纸除去表面的氧化膜，放入水中，滴加 2 滴酚酞溶液	溶液不变红色
	在之前的基础上加热至液体沸腾	反应加快，有气泡产生，溶液变红

■ 问题探究 -----●

1. 镁与冷水几乎不反应，但镁与沸水能发生反应，生成了碱性物质和 H₂，写出反应的化学方程式，比较钠、镁与水反应的实验现象，你能得出 Na、Mg 金属性的强弱吗？

提示： $\text{Mg} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{H}_2 \uparrow$ ；Na 与水反应比 Mg 与水反应剧烈，则 Na 的金属性强于 Mg。

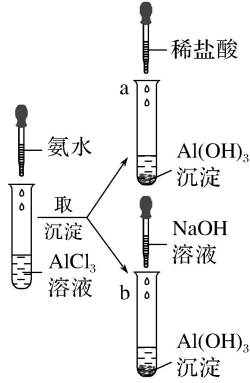
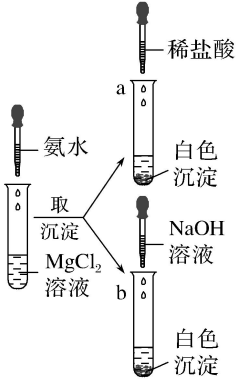
实验素材

[实验 2] 镁、铝元素金属性强弱的实验探究

(1)实验原理：Mg、Al 最高价氧化物对应水化物的碱性强弱。

(2)实验操作与现象

	Al(OH) ₃	Mg(OH) ₂
--	---------------------	---------------------

<p>实验 操作</p>		
<p>沉淀溶解情况</p>	<p>加入盐酸沉淀逐渐溶解，加入 NaOH 溶液，沉淀逐渐溶解</p>	<p>加入盐酸，沉淀逐渐溶解，加入 NaOH 溶液，沉淀不溶解</p>

问题探究

2. $\text{Al}(\text{OH})_3$ 既能溶于盐酸，又能溶于 NaOH 溶液，因此 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 具有两性，写出 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 溶于盐酸和 NaOH 溶液的化学方程式。

提示： $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} = \text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

$\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} = \text{NaAlO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

3. $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 能溶于盐酸，但不溶于 NaOH 溶液，写出 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 溶于盐酸的化学方程式，并比较 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的碱性强弱，据此你能否得出元素金属性强弱与最高价氧化物对应水化物碱性强弱之间有何关系？

提示： $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} = \text{MgCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ；

碱性： $\text{Mg}(\text{OH})_2 > \text{Al}(\text{OH})_3$ ；元素的金属性越强，则其最高价氧化物对应水化物的碱性越强。

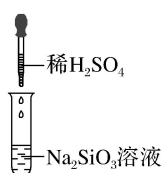
实验素材

[实验 3] 硅、硫元素非金属性强弱的实验探究

(1) 实验原理：Si、S 最高价氧化物对应的水化物的酸性强弱 $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow$ (白色胶状沉淀)

(2) 实验操作与现象

向 Na_2SiO_3 溶液中滴加稀 H_2SO_4 ，产生白色胶状沉淀。



问题探究

4. 通过上述实验现象试比较硅酸(H_2SiO_3)和硫酸(H_2SO_4)的酸性强弱, 据此你能比较 Si 和 S 元素非金属性强弱吗?

提示: 酸性: $\text{H}_2\text{SO}_4 > \text{H}_2\text{SiO}_3$, 元素非金属性强弱: $\text{S} > \text{Si}$ 。

5. 已知 Si、P、S、Cl 最高价氧化物对应的水化物(含氧酸)酸性强弱为硅酸(H_2SiO_3 为弱酸)、磷酸(H_3PO_4 为中强酸)、硫酸(H_2SO_4 为强酸)、高氯酸(HClO_4 为强酸, 酸性强于 H_2SO_4)。试比较 Si、P、S、Cl 元素非金属性的强弱。已知亚硫酸的酸性强于碳酸, 据此你能判断 S 和 C 非金属性强弱吗?

提示: 元素的非金属性: $\text{Cl} > \text{S} > \text{P} > \text{Si}$ 。

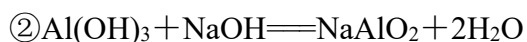
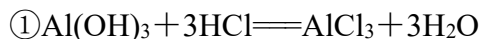
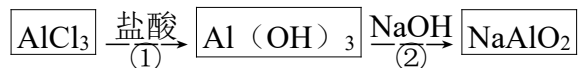
因亚硫酸不是硫元素最高价氧化物对应的水化物, 故不能根据亚硫酸的酸性强于碳酸来比较 S 和 C 非金属性的强弱。

【核心归纳】

1. 两性氢氧化物

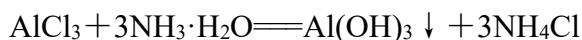
(1) 含义: 既能与强酸反应又能与强碱反应, 且均生成盐和水的氢氧化物。

(2) 氢氧化铝的两性

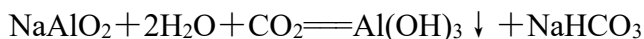


(3) $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的制备方法

① 向 AlCl_3 溶液中加入过量氨水:



② 向 NaAlO_2 溶液中通入过量 CO_2



2. 原子结构与元素性质的周期性变化规律

内容	同周期 (从左至右)	同主族 (从上到下)
电子层数	相同	逐渐递增
最外层电子数	逐渐增多	相同
原子半径	逐渐减小(稀有	逐渐增大

		气体元素除外)	
金属单质与水或酸置 换出 H ₂ 的难易		易→难	难→易
最高价氧化 物对应水化 物	酸性	逐渐增强	逐渐减弱
	碱性	逐渐减弱	逐渐增强
非金属气态 氢化物	形成难易	难→易	易→难
	稳定性	逐渐增强	逐渐减弱
元素金属性		逐渐减弱	逐渐增强
元素非金属性		逐渐增强	逐渐减弱

▪ 名师点拨 ▪

(1)元素非金属性和金属性的强弱实质是得失电子的难易。凡是能直接或间接地比较化学变化中元素原子得失电子的难易,即可比较元素非金属性和金属性的强弱。

(2)元素金属性和非金属性的强弱与元素原子得失电子的数目无关。如 Na 在反应中失去 1 个电子, Al 在反应中失去 3 个电子,但是金属性: Na>Al。

—————【实践应用】—————

1. 随着原子序数的递增,下列叙述正确的是()
- A. 第二周期元素的最高正化合价由+1→+7→0
- B. 第三周期非金属元素氢化物稳定性逐渐减弱
- C. 碱金属元素的最高价氧化物对应水化物碱性逐渐减弱
- D. 卤族元素的原子半径逐渐增大

答案 D

解析 第二周期中, O 没有最高正化合价、F 没有正价,则第二周期元素的最高正化合价由 +1→+5,故 A 错误;第三周期,随原子序数增大,非金属性增强,则非金属元素氢化物稳定性逐渐增强,故 B 错误;碱金属元素,随原子序数增大,金属性增强,则最高价氧化物对应水化物碱性逐渐增强,故 C 错误;卤族元素随原子序数增大,电子层数增多,则原子半径增大,故 D 正确。

2. X、Y 是元素周期表第 VIIA 族中的两种元素,下列叙述能说明 X 元素原子得

电子能力比 Y 强的是()

- A. X 的电子层数比 Y 的电子层数多
- B. HXO_4 的酸性比 HYO_4 的弱
- C. HX 比 HY 稳定
- D. Y 的单质能将 X 的单质从 NaX 的溶液中置换出来

答案 C

解析 X、Y 是同主族元素，X 的电子层数比 Y 的多，则原子序数： $X > Y$ ，非金属性： $X < Y$ ，得电子能力： $X < Y$ ，A 项错误；元素的非金属性越强，其最高价氧化物对应的水化物的酸性越强， HXO_4 的酸性比 HYO_4 的弱，则非金属性： $X < Y$ ，得电子能力： $X < Y$ ，B 项错误；元素的非金属性越强，其氢化物的稳定性越强， HX 与 HY 稳定，则非金属性： $X > Y$ ，得电子能力： $X > Y$ ，C 项正确；Y 的单质能将 X 的单质从 NaX 的溶液中置换出来，说明单质氧化性： $Y > X$ ，得电子能力： $Y > X$ ，D 项错误。

3. 下列各组中化合物的性质比较，不正确的是()

- A. 酸性： $\text{HClO}_4 > \text{HBrO}_4 > \text{HIO}_4$
- B. 碱性： $\text{NaOH} > \text{Mg}(\text{OH})_2 > \text{Al}(\text{OH})_3$
- C. 稳定性： $\text{PH}_3 > \text{H}_2\text{S} > \text{HCl}$
- D. 非金属性： $\text{F} > \text{O} > \text{S}$

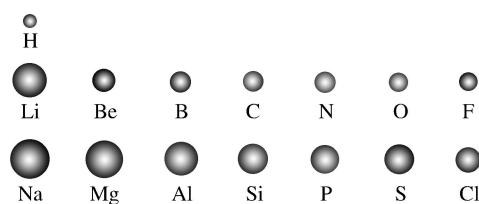
答案 C

解析 非金属性 $\text{Cl} > \text{S} > \text{P}$ ，则氢化物的稳定性： $\text{HCl} > \text{H}_2\text{S} > \text{PH}_3$ ，C 项错误。

二、粒子半径大小的比较

【活动探究】

情境素材



短周期主族元素原子半径的周期性变化

查阅资料 原子半径的大小取决于两个因素：一是电子层数，电子层数越多，原

子半径越大；二是核电荷数，核电荷数越大，原子半径越小。

问题探究

1. 试比较 O 和 F、O 和 S 原子半径的大小，并指出判断的依据。

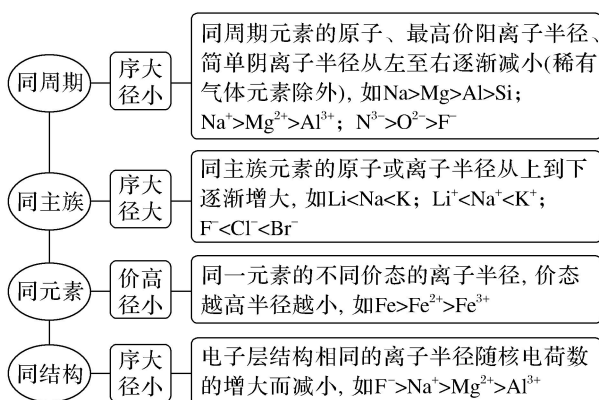
提示：O 和 F 处于第二周期，电子层数相同，F 的核电荷数大于 O，则 O 原子半径大于 F；O 和 S 处于第 VIA 族，S 的电子层数大于 O，则 S 的原子半径大于 O。

2. 试比较 S^{2-} 和 Al^{3+} 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 及 O^{2-} 离子半径的大小，并指出判断依据。

提示： S^{2-} 比 Al^{3+} 多一个电子层，则 S^{2-} 半径大于 Al^{3+} ， Na^+ 、 Mg^{2+} 、 O^{2-} 的电子层结构相同， Mg^{2+} 的核电荷数比 Na^+ 大， Na^+ 的核电荷数大于 O^{2-} ，则离子半径： $O^{2-} > Na^+ > Mg^{2+}$ 。

【核心归纳】

微粒半径大小的比较方法



名师点拨

现阶段对稀有气体元素以外的原子或离子半径大小的比较方可总结为“三看”

(1) 首先看层(即电子层数)层少半径小[少数除外，如 $r(Li) > r(P)$]。

(2) 层同看核(即核电荷数)，核大半径小。

(3) 核同看价(即化合价)，价高半径小[如 $r(Fe^{2+}) > r(Fe^{3+})$]。

【实践应用】

4. 下列元素的原子半径最小的是()

A. Na

B. Al

C. S

D. Cl

答案 D

解析 Na、Al、S、Cl 均属于第三周期元素，电子层数相同，Cl 的核电荷数最

大，即 Cl 的原子半径最小。

5. 下列各组粒子，按半径由大到小顺序排列正确的是()

A. Mg、Ca、K、Na

B. S^{2-} 、 Cl^{-} 、 K^{+} 、 Na^{+}

C. Br^{-} 、Br、Cl、S

D. Na^{+} 、 Al^{3+} 、 Cl^{-} 、 F^{-}

答案 B

解析 K、Ca 比 Na、Mg 多 1 个电子层，故有 $r(K) > r(Ca) > r(Na) > r(Mg)$ ，A 错误； S^{2-} 、 Cl^{-} 、 K^{+} 三离子核外电子排布相同，核电荷数越小，离子半径越大，又因 K^{+} 比 Na^{+} 多 1 个电子层，故有 $r(S^{2-}) > r(Cl^{-}) > r(K^{+}) > r(Na^{+})$ ，B 正确； Br^{-} 比 Br 多 1 个电子，半径大，Br 原子比 Cl 原子多 1 个电子层，故 $r(Br^{-}) > r(Br) > r(Cl)$ ，但 $r(Cl) < r(S)$ ，C 错误； Na^{+} 、 Al^{3+} 、 F^{-} 核外电子排布相同，核电荷数越小，离子半径越大， Cl^{-} 比 F^{-} 多 1 个电子层，故有 $r(Cl^{-}) > r(F^{-}) > r(Na^{+}) > r(Al^{3+})$ ，D 错误。

6. 已知下列原子的半径：

原子	N	S	O	Si
半径 $r/10^{-10}m$	0.75	1.02	0.74	1.17

根据以上数据，P 原子的半径可能是()

A. $1.10 \times 10^{-10} m$

B. $0.80 \times 10^{-10} m$

C. $1.20 \times 10^{-10} m$

D. $0.70 \times 10^{-10} m$

答案 A

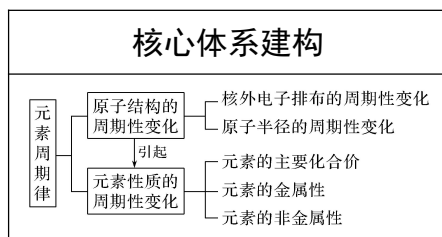
解析 根据相对位置

	N	
Si	P	S

 可知 $r_S < r_P < r_{Si}$ 。

课堂小结 · 即时达标

建体系 · 固双基



■ 即时达标

1. 原子序数为 11~17 的元素, 随核电荷数的递增而逐渐减小的是()

- A. 电子层数
B. 最外层电子数
C. 原子半径
D. 元素最高正化合价

答案 C

解析 原子序数为 11~17 的元素, 随核电荷数的递增而逐渐减小的是原子半径, 随核电荷数的递增而逐渐增大的是最外层电子数和元素最高正化合价, 而电子层数均为 3。

2. 元素的原子结构决定其性质, 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. 原子序数为 17 的元素的最高化合价为+7
C. C、N、O 三种元素的最高化合价分别是+4、+5、+6
D. 随着元素原子序数的递增, 元素的最高化合价从+1 到+7, 最低化合价从-7 到-1 重复出现

答案 B

解析 多数原子的最外层电子数等于元素的最高化合价, 但 O、F 及稀有气体元素不符合该规律。

3. 下列物质性质的比较, 正确的是()

- A. 金属性: $\text{Al} > \text{Na}$
B. 稳定性: $\text{HF} > \text{HCl}$
C. 酸性: $\text{H}_2\text{SiO}_3 > \text{H}_2\text{SO}_4$
D. 碱性: $\text{Al}(\text{OH})_3 > \text{Mg}(\text{OH})_2$

答案 B

解析 金属性 $\text{Na} > \text{Al}$, A 项错误; 非金属性 $\text{S} > \text{Si}$, 则最高价氧化物对应水化物的酸性: $\text{H}_2\text{SO}_4 > \text{H}_2\text{SiO}_3$, C 项错误; 金属性: $\text{Mg} > \text{Al}$, 则最高价氧化物对应水化物的碱性: $\text{Mg}(\text{OH})_2 > \text{Al}(\text{OH})_3$, D 项错误。

4. 已知短周期元素的离子 ${}_a\text{A}^{2+}$ 、 ${}_b\text{B}^+$ 、 ${}_c\text{C}^{2-}$ 、 ${}_d\text{D}^-$ 都具有相同的电子层结构, 则下列叙述正确的是()

- A. 原子半径: $\text{A} > \text{B} > \text{D} > \text{C}$
B. 原子的最外层电子数目: $\text{A} > \text{B} > \text{D} > \text{C}$

C. 原子序数: $d > c > b > a$

D. 离子半径: $C^{2-} > D^{-} > B^{+} > A^{2+}$

答案 D

解析 A、B、C、D 在元素周期表中的位置为 $\begin{array}{c} \text{C D} \\ \text{B A} \end{array}$ 所以原子序数: $a > b > d > c$; 原子半径: $B > A > C > D$; 离子半径: $A^{2+} < B^{+} < D^{-} < C^{2-}$; 原子的最外层电子数目: $D > C > A > B$ 。

5. 下表是元素周期表中的一部分。

周期 \ 族	I A	II A	III A	IV A	V A	VIA	VII A	0
	一	A						
二				E	F		H	J
三	B	C	D			G	I	

根据 A~J 在周期表中的位置, 用元素符号或化学式回答下列问题:

(1) 化学性质最不活泼的元素是_____，氧化性最强的单质是_____，还原性最强的单质是_____。

(2) 最高价氧化物对应的水化物中, 碱性最强的是_____，酸性最强的是_____，呈两性的是_____。

(3) A 分别与 E、F、G、H、I 形成的简单气态化合物中, 最稳定的是_____。

(4) 在 B、C、D、G、I 中, 原子半径最大的是_____。

答案 (1) Ne F₂ Na (2) NaOH HClO₄ Al(OH)₃ (3) HF (4) Na

解析 由元素在周期表中的位置可知, A 为 H, B 为 Na, C 为 Mg, D 为 Al, E 为 C, F 为 N, G 为 S, H 为 F, I 为 Cl, J 为 Ne。

(1) 题给元素中稀有气体元素 Ne 最外层电子数为 8, 化学性质最稳定; 同周期元素自左而右金属性逐渐减弱、非金属性逐渐增强, 而同主族元素自上而下金属性逐渐增强、非金属性逐渐减弱, 题给元素中 F 的非金属性最强, 故 F₂ 的氧化性最强, Na 的金属性最强, 其单质还原性最强。

(2) 题给元素中, Na 的金属性最强, 则其最高价氧化物的水化物 NaOH 的碱性最强, F 元素没有含氧酸, 高氯酸的酸性最强, 题给元素中的最高价氧化物的水化物中只有 Al(OH)₃ 为两性。(3) 非金属性越强, 简单气态氢化物越稳定, C、N、S、

F、Cl 中 F 的非金属性最强，故 HF 最稳定。(4)原子半径： $\text{Na} > \text{Mg} > \text{Al} > \text{S} > \text{Cl}$ 。

课时训练

检测效果

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. 门捷列夫对化学这一学科发展的最大贡献在于发现了化学元素周期律。下列事实不能用元素周期律解释的只有()

A. 碱性： $\text{KOH} > \text{Ca}(\text{OH})_2 > \text{Mg}(\text{OH})_2$

B. 稳定性： $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S} > \text{H}_2\text{Se}$

C. 挥发性： $\text{HNO}_3 > \text{H}_3\text{PO}_4 > \text{H}_2\text{SO}_4$

D. 原子半径： $\text{P} > \text{S} > \text{Cl}$

答案 C

解析 元素的金属性越强，其原子失电子能力越强，其最高价氧化物对应的水化物碱性越强，金属性 $\text{K} > \text{Ca} > \text{Mg}$ ，则碱性： $\text{KOH} > \text{Ca}(\text{OH})_2 > \text{Mg}(\text{OH})_2$ ，A 可以；元素的非金属性越强，其对应的气态氢化物越稳定，同主族元素非金属性 $\text{O} > \text{S} > \text{Se}$ ，则稳定性： $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S} > \text{H}_2\text{Se}$ ，B 可以；挥发性与物质的结构无关，C 不可以；同周期元素从左到右原子半径逐渐减小，D 可以。

2. 下列说法正确的是()

A. 从 $\text{Li} \rightarrow \text{F}$ ， $\text{Na} \rightarrow \text{Cl}$ ，元素的最高化合价呈现从 $+1 \rightarrow +7$ 价的变化

B. 同周期元素的原子半径从左至右一定依次减小

C. 同周期中，第 I A 族元素(H 除外)金属性最强，第 VIIA 族元素非金属性最强

D. HF 、 NH_3 、 SiH_4 的稳定性依次增强

答案 C

解析 O 无最高正价，F 无正价，A 项错误；稀有气体元素原子半径测定方式与其他元素的不同，没有可比性，B 项错误；F、N、Si 三种元素的非金属性依次减弱，其对应氢化物的稳定性也依次减弱，D 项错误。

3. 某元素的气态氢化物化学式为 H_2R ，此元素最高价氧化物对应水化物的化学式可能为()

A. H_2RO_3

B. H_2RO_4

C. HRO_3

D. H_3RO_4

答案 B

解析 由 H_2R 知 R 元素最低价为 -2 价, 则最高价为 $8 - 2 = +6$, 故 R 的最高价氧化物对应水化物的化学式为 H_2RO_4 。

4. (2021·天津市北辰区高一检测)不能用元素周期律解释的是()

- A. 酸性 $HCl > H_2S > PH_3$
- B. 原子半径 $P > S > Cl$
- C. 最高正价 $Cl > S > P$
- D. 酸性 $HClO_4 > H_2SO_4 > H_3PO_4$

答案 A

解析 氢化物的酸性与元素在同一周期、同一主族没有递变性和规律性, 不能用周期律解释, 元素的非金属性与最高价氧化物对应的水化物的酸性有关, 故 A 符合题意; 同周期元素从左到右原子半径减小, 则原子半径 $P > S > Cl$, 可解释, 故 B 不符合题意; Cl、S、P 的最外层电子数分别为 7、6、5, 最高正价为 $+7$ 、 $+6$ 、 $+5$, 最高正价为 $Cl > S > P$, 故 C 不符合题意; 非金属性 $Cl > S > P$, 元素的非金属性越强, 对应的最高价氧化物的水化物的酸性越强, 酸性强弱顺序是 $HClO_4 > H_2SO_4 > H_3PO_4$, 故 D 不符合题意。

5. (2021·宁波高一检测)下列事实不能作为实验判断依据的是()

- A. 钠和镁分别与冷水反应, 判断金属性强弱
- B. 铁投入 $CuSO_4$ 溶液中, 能置换出铜, 钠投入 $CuSO_4$ 溶液中, 不能置换出铜, 判断钠与铁的金属性强弱
- C. 酸性: $H_2CO_3 < H_2SO_4$, 判断硫与碳的非金属性强弱
- D. Br_2 与 I_2 分别与足量的 H_2 反应, 判断溴与碘的非金属性强弱

答案 B

解析 A 项符合金属与水反应判断金属性强弱的依据; 因 Na 的金属性太强, 与溶液反应时会先与 H_2O 反应, 故 B 项不能作为判断依据; C 项中根据 H_2CO_3 、 H_2SO_4 都是最高价含氧酸, 由它们的酸性强弱可以推知硫的非金属性比碳强; D 项所述符合, 根据非金属单质与 H_2 反应难易程度判断非金属性强弱的依据。

6. 下列粒子半径大小比较正确的是()

- A. 原子半径: $F > Cl$
- B. 原子半径: 钠 $>$ 硫 $>$ 氯

C. 离子半径： $S^{2-} < Cl^{-} < K^{+} < Ca^{2+}$

D. 第3周期元素的阳离子半径从左到右逐渐增大

答案 B

解析 F与Cl的最外层电子数相同，随着电子层数的递增原子半径逐渐增大，所以Cl的原子半径大于F，A错误；钠、硫、氯原子的电子层数相同，随着原子序数的递增，原子半径逐渐减小，B正确；电子层结构相同的离子，核电荷数越大，半径越小，C错误；第3周期元素的阳离子半径从左到右逐渐减小，D错误。

7. 硒被国内外医药界和营养学界尊称为“生命的火种”，享有“长寿元素”、“抗癌之王”、“心脏守护神”“天然解毒剂”等美誉。现在含有元素硒(Se)的保健品开始进入市场。已知硒元素与氧元素同主族，与钾元素同周期，则下列关于硒的叙述中不正确的是()

A. 原子序数为34

B. 最高价氧化物的化学式为 SeO_3

C. 非金属性比较强

D. 气态氢化物化学式为 H_2Se

答案 C

解析 Se在S的下一周期，S的原子序数为16，则Se的原子序数为 $16 + 18 = 34$ ，故A正确；Se与O、S等同主族，原子最外层电子数为6，最高化合价为+6价，最高价氧化物的化学式为 SeO_3 ，故B正确；同主族元素从上到下元素的非金属性逐渐降低，则Se的非金属性较弱，故C错误；Se的最低化合价为-2价，气态氢化物化学式为 H_2Se ，故D正确。

8. 运用元素周期律分析下面的推断，其中错误的是()

A. 氢氧化铍 $[Be(OH)_2]$ 的碱性比氢氧化镁弱

B. 砹(At_2)为有色固体， HAt 不稳定

C. 硫酸锶($SrSO_4$)是难溶于水的白色固体

D. 硒化氢(H_2Se)是无色、有毒，比 H_2S 稳定的气体

答案 D

解析 A项，Be和Mg同主族，金属性不如镁的强，故 $Be(OH)_2$ 的碱性比 $Mg(OH)_2$

弱；B项，卤族元素的单质从上到下，颜色加深，氢化物越来越不稳定；C项，Sr和Ba同主族，性质相似，故SrSO₄也难溶于水；D项，Se的非金属性不如S强，故H₂Se不如H₂S稳定。

9. 已知X、Y、Z是三种原子序数相连的元素，最高价氧化物对应水化物的酸性相对强弱的顺序是HXO₄>H₂YO₄>H₃ZO₄，则下列判断不正确的是()

- A. 气态氢化物的稳定性：HX>H₂Y>ZH₃
- B. 非金属性：X>Y>Z
- C. 原子半径：X>Y>Z
- D. 原子最外层电子数：X>Y>Z

答案 C

解析 本题的关键是“最高价氧化物对应水化物的酸性相对强弱”这一信息，由此可推知X、Y、Z为非金属元素，原子序数相连意味着它们属同周期元素，故非金属性：X>Y>Z，原子半径：X<Y<Z，气态氢化物的稳定性顺序为：HX>H₂Y>ZH₃。

10. A、B、C为三种短周期元素，A、B同周期，A、C的最低价离子分别为A²⁻、C⁻，离子半径：A²⁻>C⁻，B²⁺与C⁻具有相同的电子层结构，下列比较不正确的是()

- ①原子序数：B>A>C
- ②原子半径：C>B>A
- ③离子半径：A²⁻>C⁻>B²⁺
- ④原子核外最外层电子数：C>A>B

A. ①②

B. ②③

C. ③④

D. ①④

答案 A

解析 根据“A、C的最低价离子分别为A²⁻、C⁻”，可知A位于VIA族，C位于VIIA族；根据“A、B同周期”“B²⁺与C⁻具有相同的电子层结构”，可知A在C的左下方，B位于A的左侧。A、B、C的相对位置如图所示：

			C
B	……	A	

由图可知：原子半径的大小关系应该是 $B > A > C$ ，①、②项错误。

11. 四种短周期元素在周期表中的位置如图所示，其中只有 M 为金属元素。下列说法不正确的是()

		Y	Z
M	X		

- A. 原子半径： $Z < M$
- B. Y 的最高价氧化物对应水化物的酸性比 X 的弱
- C. X 的最简单气态氢化物的热稳定性比 Z 的小
- D. Z 位于元素周期表中第二周期第 VIA 族

答案 B

解析 由图可知，原子半径： $M > X > Y > Z$ ，A 项正确；非金属性： $X < Y < Z$ ，B 项错误；C 项正确；由于只有 M 为金属而 M 为第三周期元素，所以 M 为 Al 元素，则 X、Y、Z 分别为 Si、N、O 元素，D 项正确。

12. 下表给出了 X、Y、Z、W 四种短周期元素的部分信息，请根据这些信息判断下列说法中正确的是()

元素	X	Y	Z	W
原子半径/nm	0.102	0.160	0.074	0.071
最高正价或最低负价	+6	+2	-2	-1

- ①原子序数 $W > Z > X > Y$
- ②纯净的 X 在 Z_2 中燃烧生成 XZ_2
- ③Z 的最高正价为 +6
- ④HW 是热稳定性最强的氢化物

- A. ①②
- B. ②③
- C. ③④
- D. ②④

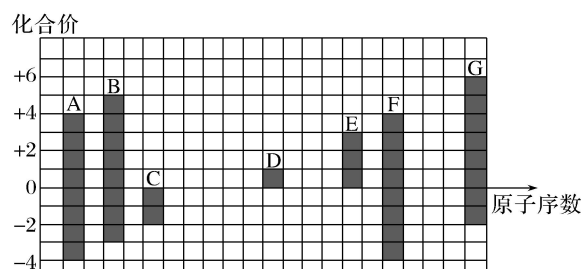
答案 D

解析 根据化合价可知，X 为 VIA 族元素，Y 为 IIA 族元素，Z 为 VIA 族元素，W 为 VIIA 族元素，X 的原子半径比 Z 大，则 X 为 S 元素，Z 为 O 元素，X 与 Y 的原子半径相近，应位于同周期，则 Y 为 Mg 元素，Z 与 W 原子半径相近，则 W 为 F 元素；原子序数关系为 $O < F < Mg < S$ ，故①错误；X 为 S 元素，Z 为 O 元

素，硫在氧气中燃烧只能得到 SO_2 ，故②正确；O 元素没有最高正价，故③错误；F 是非金属性最强的元素，则 HF 是稳定性最强的氢化物，故④正确。

二、非选择题(本题包括 3 小题)

13. 如图是部分短周期元素的常见化合价与原子序数的关系：



- (1) 元素 A 在元素周期表中的位置是_____。
- (2) 其中金属性最强的元素是_____ (用元素符号表示，下同)，非金属性最强的元素是_____。
- (3) C^{2-} 、 D^+ 、 G^{2-} 的半径由大到小的顺序是_____ (用离子符号表示)。
- (4) 最简单氢化物的稳定性：B _____ C (填“>”或“<”)。
- (5) B、E、F 元素最高价氧化物对应水化物的酸性：_____ > _____ > _____ (用化学式表示，下同)。

答案 (1) 第二周期第 IVA 族 (2) Na O (3) $\text{S}^{2-} > \text{O}^{2-} > \text{Na}^+$ (4) < (5) HNO_3
 H_2SiO_3 $\text{Al}(\text{OH})_3$

解析 由元素的常见化合价与原子序数的关系推知，A ~ G 元素依次是 C、N、O、Na、Al、Si、S 元素。(3) 电子层数越多，离子半径越大；电子层结构相同的离子，核电荷数越小，离子半径越大，故离子半径： $\text{S}^{2-} > \text{O}^{2-} > \text{Na}^+$ 。(4) 元素的非金属性： $\text{O} > \text{N}$ ，则最简单氢化物的稳定性： $\text{H}_2\text{O} > \text{NH}_3$ 。(5) 由于元素的非金属性： $\text{N} > \text{Si} > \text{Al}$ ，则最高价氧化物对应水化物的酸性： $\text{HNO}_3 > \text{H}_2\text{SiO}_3 > \text{Al}(\text{OH})_3$ 。

14. 元素周期表是学习化学的重要工具，它隐含着许多信息和规律。下表所列是五种短周期元素的原子半径及主要化合价(已知铍的原子半径为 0.089 nm)：

元素代号	A	B	C	D	E
原子半径/nm	0.16	0.143	0.102	0.099	0.074
主要化合价	+2	+3	+6、-2	+7、-1	-2

- (1) 用元素代号标出它们在周期表中的对应位置(以下为周期表的一部分)。

- (2)B 元素处于周期表中第_____周期_____族。
- (3)B 的最高价氧化物对应的水化物与 C 的最高价氧化物对应的水化物反应的离子方程式为_____。
- (4)上述五种元素的最高价氧化物对应水化物的酸性最强的是_____ (填化学式)。
- (5)C、E 形成的化合物为_____ (填化学式)。

答案 (1)

(2)三 IIIA (3) $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ (4) HClO_4 (5) SO_2 、 SO_3

解析 (1)由主要化合价和原子半径知 A 为 Mg, B 为 Al, C 为 S, D 为 Cl, E 为 O。(2)B 处于周期表中第三周期 IIIA 族。(3)B、C 的最高价氧化物对应的水化物分别为 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 H_2SO_4 。(4)最高价氧化物对应的水化物分别为 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 H_2SO_4 、 HClO_4 , 其中 HClO_4 酸性最强。(5)S 与 O 形成的化合物有 SO_2 和 SO_3 。

15. 已知 X 元素原子的 K、L 层的电子数之和比 L、M 层的电子数之和多 1 个电子。Y 元素的原子最外层电子数比内层电子数之和少 3 个。Z 元素核外有 3 个电子层, 最外层有 3 个电子。W 元素最高化合价是最低化合价绝对值的 3 倍, 它在最高价氧化物中的质量分数为 40%。

- (1)Y 和 W 的气态氢化物的稳定性为_____>_____ (用化学式表示)。
- (2)X 单质在空气中加热生成的化合物是_____ (填化学式)。
- (3)X 和 Z 的最高价氧化物对应水化物反应的离子方程式是_____。
- (4)Y 与 Z 形成化合物的化学式是_____。

答案 (1) HCl H_2S (2) Na_2O_2 (3) $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$ (4) AlCl_3

解析 因为 X 元素原子的 K、L 层电子数之和比 L、M 层电子数之和多 1, 则 X

为 Na; Y 元素原子最外层电子数比内层电子数之和少 3 个, 则 Y 为 Cl; Z 为 Al; 设 W 的最外层电子数为 a , 最低负价为 $a-8$, 根据 $a=3|a-8|$ 可得 $a=6$, W 的最高价氧化物, 可表示为 WO_3 , 设 W 的相对原子质量为 x , 则 W 的百分含量为 $x/(x+48) \times 100\% = 40\%$, 可得 $x=32$, 所以 W 为 S。

(1)Y 的气态氢化物为 HCl, W 的气态氢化物为 H_2S , 稳定性 $HCl > H_2S$ 。(2)Na 在空气中加热生成的是 Na_2O_2 。(3)X 的最高价氧化物对应的水化物为 NaOH, Z 的最高价氧化物对应的水化物为 $Al(OH)_3$, 两者反应的离子方程式为 $Al(OH)_3 + OH^- = AlO_2^- + 2H_2O$ 。(4)Al 与 Cl 形成的化合物为 $AlCl_3$ 。

微专题 11 元素金属性、非金属性强弱的判断——知识技能型

【核心归纳】

1. 判断元素金属性强弱的五种依据

判断元素金属性的强弱, 其实质是看元素原子失去电子能力的强弱, 越易失去电子, 金属性越强。

判断依据	规律	实例
原子结构(元素在周期表中的位置)	同周期元素从左到右, 核电荷数越多, 越难失去电子, 金属性越弱	金属性: $Na > Mg > Al$
	同主族元素从上到下, 原子半径越大, 越易失去电子, 金属性越强	金属性: $K > Na > Li$
单质与水或酸反应	金属单质与水或酸(非氧化性酸)反应越剧烈, 元素的金属性越强	如 Na 与冷水反应剧烈, Mg 与冷水反应缓慢, 则金属性: $Na > Mg$
金属活动性顺序	除第 I A 族、第 II A 族的金属单质外, 前面的金属单质可以把后面的金属单质从其盐溶液中置换出来	如 $2Al + 3Hg(NO_3)_2 = 2Al(NO_3)_3 + 3Hg$, 则金属性: $Al > Hg$
金属阳离子氧化性的强弱	金属(非变价金属)阳离子的氧化性越强, 则对应金属元素的金属性越	如氧化性 $Na^+ < Mg^{2+}$, 则金属性: $Na > Mg$

	弱	
最高价氧化物 对应水化 物的碱性	最高价氧化物对应水化物的碱性越 强，元素的金属性越强	如碱性 $\text{NaOH} > \text{Mg}(\text{OH})_2$ ， 则金属性 $\text{Na} > \text{Mg}$

2.判断元素非金属性强弱的五种依据

判断元素非金属性的强弱，其实质是看元素原子得到电子能力的强弱，越易得到电子，非金属性越强。

判断依据	规律	实例
原子结构(元素 在周期表中的 位置)	同周期元素从左到右，核电荷数 越多，越易得到电子，非金属性 越强	非金属性： $\text{F} > \text{O} > \text{N}$
	同主族元素从上到下，原子半径 越大，越不易得到电子，非金属 性越弱	非金属性： $\text{F} > \text{Cl} > \text{I}$
单质与氢气化 合的难易及氢 化物的稳定性	单质越易与 H_2 化合，生成的氢 化物越稳定，元素的非金属性越 强	$\text{H}_2 + \text{F}_2 \rightleftharpoons 2\text{HF}$ ， $\text{H}_2 +$ $\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光照或点燃}} 2\text{HCl}$ ，则非金 属性： $\text{F} > \text{Cl}$ 。 稳定性： $\text{HF} > \text{HCl} > \text{HBr} > \text{HI}$ ， 则非金属性： $\text{F} > \text{Cl} > \text{Br} > \text{I}$
非金属单质间 的置换反应	较活泼的非金属单质可以把较 不活泼的非金属单质从其盐溶 液中置换出来	如 $\text{Cl}_2 + 2\text{NaBr} \rightleftharpoons 2\text{NaCl} +$ Br_2 ，则非金属性： $\text{Cl} > \text{Br}$
单质的氧化 性或阴离子 的还原性	非金属元素的简单阴离子的还 原性越强，则其单质的氧化性越 弱，元素的非金属性越弱	还原性 $\text{S}^{2-} > \text{Cl}^-$ ，则非金属性： $\text{Cl} > \text{S}$
最高价氧化 物对应水化 物的酸性	最高价氧化物对应水化物的酸 性越强，元素的非金属性越强	酸性 HClO_4 (高氯酸) $> \text{H}_2\text{SO}_4$ ， 则非金属性： $\text{Cl} > \text{S}$

▪ 名师点拨 ▪

不能用来判断元素金属性或非金属性强弱的依据:

- ①原子失去或得到电子数目的多少;
- ②单质的熔点(状态)或氢化物的沸点等物理性质;
- ③非最高价含氧酸(如 HClO 、 H_2SO_3 等)的酸性;
- ④气态氢化物水溶液(无氧酸)的酸性。

[典例] 甲、乙两种非金属元素:

- ①甲的单质比乙的单质容易与 H_2 化合;
- ②甲的单质能与乙的阴离子发生置换反应;
- ③甲的最高价氧化物对应水化物的酸性比乙的最高价氧化物对应水化物的酸性强;
- ④与某金属反应时, 甲原子得电子数目比乙的多;
- ⑤甲的单质熔、沸点比乙的低。

能说明甲比乙的非金属性强的是()

- A. ①②④
- B. ②③⑤
- C. ①②③
- D. ①②③④

答案 C

解析 ①单质越易与 H_2 化合, 元素非金属性越强, 正确; ②活泼非金属单质能将比它弱的非金属单质从其盐溶液中置换出来, 正确; ③最高价氧化物对应水化物的酸性越强, 元素的非金属性越强, 正确; ④非金属元素原子得电子数目的多少, 与其形成 8 电子稳定结构有关, 与元素非金属性强弱没有直接关系, 不正确; ⑤熔、沸点是物质的物理性质, 与元素非金属性强弱无关, 不正确。

————— 【实践应用】 —————

1. 下列事实与推论相符的是()

选项	实验事实	推论
A	H_2O 的沸点比 H_2S 的沸点高	非金属性: $\text{O} > \text{S}$
B	盐酸的酸性比 H_2SO_3 的酸性强	非金属性: $\text{Cl} > \text{S}$
C	钾与水的反应比钠与水的反应更剧烈	金属性: $\text{Na} > \text{K}$
D	HF 的热稳定性比 HCl 的强	非金属性: $\text{F} > \text{Cl}$

答案 D

解析 A项, H_2O 常温下是液体, H_2S 常温下是气体, 沸点 $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S}$, 但沸点高低是物理性质, 与元素的非金属性强弱无关, 错误; B项, 盐酸是无氧酸, H_2SO_3 不是最高价含氧酸, 即两者都不属于最高价氧化物的水化物, 虽然盐酸比 H_2SO_3 酸性强, 也不能证明非金属性: $\text{Cl} > \text{S}$, 错误; C项, 元素的金属性越强, 其单质与水或酸发生反应产生氢气就越容易, 则钾与水的反应比钠与水的反应更剧烈, 则金属性 $\text{K} > \text{Na}$, 错误; D项, 元素的非金属性越强, 其相应氢化物的稳定性越强, 热稳定性: $\text{HF} > \text{HCl}$, 则非金属性: $\text{F} > \text{Cl}$, 正确。

2. (2021·哈尔滨高一检测)为说明氯比硫的非金属性强, 下列事实可作依据的是()

- A. HCl 的溶解性强于 H_2S
- B. 氯的最高价为+7价
- C. H_2S 中的 S^{2-} 能被 Cl_2 氧化
- D. HClO 的氧化性强于 H_2SO_4

答案 C

解析 比较元素的非金属性强弱可根据: 元素最高价氧化物对应水化物的酸性, 氢化物的还原性和稳定性强弱, 非金属单质与 H_2 化合的难易, 单质的氧化性强弱等, 只有 C 项符合要求。

3. 下列不能说明钠的金属性比镁强的事实是()

- A. 钠的最高化合价为+1价, 镁的最高化合价为+2价
- B. NaOH 的碱性比 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的强
- C. 钠与冷水反应剧烈, 镁与冷水反应缓慢
- D. 在熔融状态下, 钠可以从 MgCl_2 中置换出镁

答案 A

解析 金属性是指元素原子失去电子的能力, 与失电子数的多少无关, A项错误; 金属性强弱的证明方法常有: 最高价氧化物对应水化物的碱性强弱(B项)、单质与水(或非氧化性酸)反应的剧烈程度(C项)、单质之间的置换反应(D项)等, 所以 B、C、D 三项均正确。

4. 下列叙述中, 能肯定 A 金属比 B 金属活泼性强的是()

- A. A 原子的最外层电子数比 B 原子的最外层电子数少

B. A 原子的电子层数比 B 原子的电子层数多

C. 1 mol A 从酸中置换出的氢气比 1 mol B 从酸中置换出的氢气多

D. 常温时, A 能从水中置换出氢气而 B 不能

答案 D

解析 中只指出 A、B 两种元素原子的最外层电子数的多少, 而没有指明它们的电子层数的多少, 因而不能确定 A、B 金属的活泼性强弱, 如 Li 的最外层电子数比 Ca 的少, 但不如 Ca 活泼, A 项错误; 比较金属的活泼性强弱不能只根据电子层数的多少, 如 Na 的电子层数比 Cu 的少, 但 Na 比 Cu 活泼, B 项错误; 1 mol A 从酸中置换出的 H_2 比 1 mol B 从酸中置换出的 H_2 多, 只能说明 1 mol A 失去电子数比 1 mol B 多, 而金属的活泼性强弱与原子失电子数目的多少无关, C 项错误; 常温时, A 能从水中置换出氢气而 B 不能, 说明 A 易失去电子, 则 A 金属的活泼性肯定比 B 金属的活泼性强, D 项正确。