

聚焦原子结构与元素周期律四大考点

山东省滕州市第一中学西校

(277500)

柴 勇

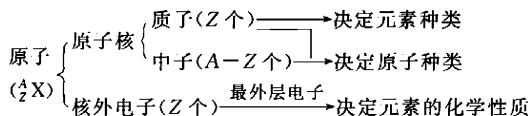
考点1 原子的构成及几个概念的比较

1. 元素符号与原子核素符号

(1) H 是氢元素的符号.

(2) ${}^1_1\text{H}$ 是氢元素的一种原子(一种核素)的符号,该原子的质子数为 1,中子数为 0,电子数为 1.

(3) 构成原子的粒子



2. 元素、核素、同位素、同素异形体

(1) 同素异形体

同种元素形成的不同单质,比如白磷与红磷,石墨、金刚石和 C_{60} , O_2 与 O_3 等.

(2) 元素、核素、同位素的关系如图 1 所示.

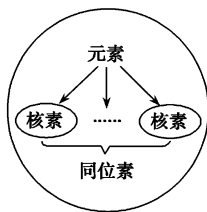


图 1

(3)

	元素	核素	同位素	同素异形体
适用范围	宏观	原子	原子之间	单质间

3. 特别提醒

(1) 同位素之间的转化(如 ${}^{18}\text{O} \rightarrow {}^{16}\text{O}$)属于核反应,不是化学变化.

(2) 同位素原子的化学性质几乎完全相同,但物理性质不同.

(3) 质子数相同的粒子不一定属于同一种元素(如 Ne 、 H_2O 和 NH_3 均是 10 个质子).

(4) 若两种粒子的质子数和核外电子数分别相等,则它们的关系可能是两种原子、两种分子或带电荷数相同的离子.

(5) ${}^2\text{H}_2$ 和 ${}^3\text{H}_2$ 既不是同位素,也不是同素异形体.

例 1 下列说法正确的是().

①在氮原子中,质子数为 7 而中子数不一定为 7; ② ${}^{18}_8\text{O}$ 与 ${}^{19}_8\text{O}$ 是不同的核素,因此分别由这两种原子构成的分子化学性质不同; ③ O_2 和 O_3 互为同素异形体; ④ ${}^{48}_{22}\text{Ti}$ 和 ${}^{50}_{22}\text{Ti}$ 的质量数不同,属于两种元素; ⑤实际存在的 ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^3_1\text{H}$ 、 H^+ 和 H_2 是氢的五种核素; ⑥ ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^3_1\text{H}$ 互为同位素; ⑦稀土元素 ${}^{144}_{62}\text{Sm}$ 与 ${}^{150}_{62}\text{Sm}$ 是同一种核素.

A. ①⑥

B. ②④

C. ⑤⑦

D. ①③

解析 ②中因为核外电子数相同,所以化学性质相同,错误; ④⑦分别属于同一种元素的不同核素,错误; 同位素研究对象是原子与原子之间,⑤错误. 答案: A、D

考点2 核外电子排布

1. 短周期元素原子的特征电子排布

(1) 原子核中无中子的原子: ${}^1_1\text{H}$; (2) 最外层有一个电子的元素: H 、 Li 、 Na ; (3) 最外层有两个电子的元素: Be 、 Mg 、 He ; (4) 最外层电子数等于次外层电子数的元素为 Be 、 Ar ; (5) 最外层电子数是次外层电子数 2 倍的元素是 C ; 是次外层电子数 3 倍的元素是 O ; (6) 电子层数与最外层电子数相等的元素: H 、 Be 、 Al ; (7) 次外层电子数是最外层电子数 2 倍的元素是: Li 、 Si .

2. 质子数和核外电子总数分别相等的微粒

(1) Na^+ 、 NH_4^+ 、 H_3O^+ ; (2) HS^- 、 Cl^- ; (3) F^- 、 OH^- 、 NH_2^- ; (4) N_2 、 CO .

例 2 短周期元素 W 、 X 、 Y 和 Z 的原子序数依次增大. 元素 W 是制备一种高效电池的重要材料, X 原子的最外层电子数是内层电子数的 2 倍, 元素 Y 是地壳中含量最丰富的金属元素, Z 原子的最外层电子数是其电子层数的 2 倍. 下列说法错误的是().

A. 元素 W 的氯化物中, 各原子均满足 8 电子的稳定结构

B. 元素 X 与氢形成的原子比为 1:1 的化合物有很多

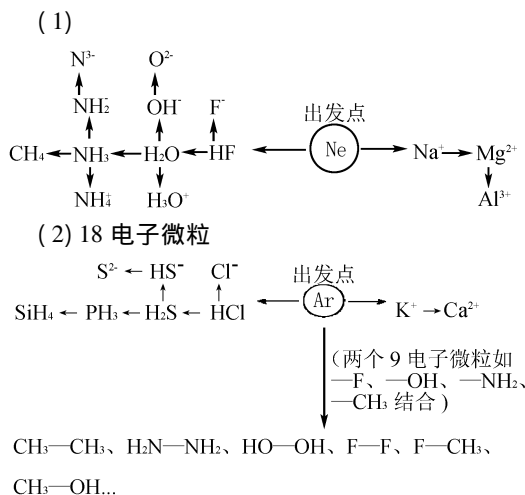
C. 元素 Y 的单质与氢氧化钠溶液或盐酸反应均有氢气生成

D. 元素 Z 可与元素 X 形成共价化合物 XZ_2

解析 由题意可以判断 W 、 X 、 Y 、 Z 分别是锂、碳、铝、硫. A 项, 元素 W 的氯化物为 LiCl , 氯原子满足 8 电子稳定结构, 锂原子满足 2 电子稳定结构; B 项, 元素 X 与氢形成的化合物有 C_6H_6 、 C_8H_8 等多种原子比为 1:1 的化合物; C 项, 元素 Y 为铝, 其单质既能与 NaOH 溶液反应又能与盐酸反应, 且均产生 H_2 ; D 项, 元素 Z 、 X 形成化合物 CS_2 属于共价化合物. 答案: A

考点3 寻找 $10e^-$ 微粒和 $18e^-$ 微粒的思维方式

10 电子粒子和 18 电子粒子是高考的热点, 具有特征电子排布的元素往往是物质推断的突破口, 应引起考生的重视.



例3 已知A、B、C、D是中学化学中常见的四种不同粒子,它们之间存在如图2所示的转化关系(反应条件已经略去):

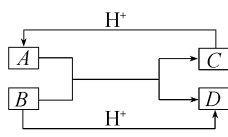


图2

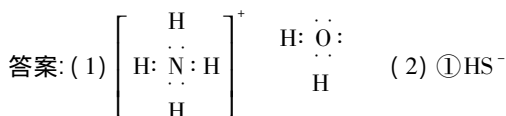
(1) 如果A、B、C、D均是10电子的粒子,且C的水溶液呈碱性,请写出A、D的电子式: A _____; D _____.

(2) 如果A和C是18电子的粒子,B和D是10电子的粒子,请写出:

①A与B在溶液中反应的离子方程式为_____.

②根据上述离子方程式,可以判断C与B结合质子的能力大小是_____(用化学式或离子符号表示).

解析 (1) 由C的水溶液呈碱性可知C为NH₃,A为NH₄⁺,与NH₄⁺反应生成NH₃的应为OH⁻,所以B、D为OH⁻、H₂O. (2) 在常见的18电子微粒中,由中和反应易想到: H₂S + OH⁻ $\xrightleftharpoons{\Delta}$ HS⁻ + H₂O (或 HS⁻ + OH⁻ $\xrightleftharpoons{\Delta}$ S²⁻ + H₂O) 的反应,故B为OH⁻,C为HS⁻ (或S²⁻); 根据由较强酸制较弱酸的原理,结合质子的能力 OH⁻ > HS⁻ (或 OH⁻ > S²⁻).



+ OH⁻ $\xrightleftharpoons{\Delta}$ S²⁻ + H₂O (或 H₂S + OH⁻ $\xrightleftharpoons{\Delta}$ HS⁻ + H₂O) ②OH⁻ > S²⁻ (或 OH⁻ > HS⁻)

考点4 根据原子结构推断原子在周期表中的位置

1. 推断中常利用的数值关系

(1) 常见的等量关系

①核外电子层数 = 周期数;

②主族序数 = 最外层电子数 = 最高正价 = 8 - |最低负价|.

(2) 序差关系

①同主族、相邻周期元素的原子序数差

a. 位于过渡元素左侧的主族元素,即第ⅠA族、第ⅡA族,同主族、相邻周期元素原子序数之差为上一周期元素所在周期所含元素种数; b. 位于过渡元素右侧的主族元素,即第ⅢA族~第ⅦA族,同主族、相邻周期元素原子序数之差为下一周期元素所在周期所含元素种数. 例如,氯和溴的原子序数之差为: 35 - 17 = 18 (溴所在第四周期所含元素的种数).

②同周期第ⅡA族和第ⅢA族元素原子序数差

第二、三周期元素,原子序数差为1; 第四、五周期元素,原子序数差为11; 第六周期元素,原子序数差为25.

(3) 奇偶数规律

元素周期表中,原子序数为奇(或偶)数的元素,元素所在族序数及主要化合价一般也为奇(或偶)数(Ⅷ族元素除外).

2. 推断方法

(1) 根据核外电子排布规律

①最外层电子数等于或大于3(小于8)的一定是主族元素. ②最外层有1个或2个电子,则可能是第ⅠA族、第ⅡA族元素,也可能是副族、第Ⅷ族元素或0族元素氦. ③最外层电子数比次外层电子数多的元素一定位于第二周期. ④某元素阴离子最外层电子数与次外层相同,该元素位于第三周期; 若为阳离子,则位于第四周期.

(2) 周期尾序推算法

首先熟记各周期0族元素原子序数,然后拿已知元素原子序数去比较.

ⅠA	ⅡA	...	ⅢA	ⅣA	ⅤA	ⅥA	ⅦA	0
.....								
		...				bB		aA
	bB	...						

①若 b - a = 1 ~ 2, 则B元素处于A元素的下周期第ⅠA族或第ⅡA族,如37号元素比第四周期氩的原子序数(36)多1,故该元素处在第五周期第ⅠA族.

②若 a - b = 1 ~ 5, 则B元素处于A元素所在周期的第ⅢA族~第ⅦA族,如53号元素比第五周期的氙(54号)原子序数少1,因此该元素处在第五周期第ⅦA族.

例4 原子的核电荷数小于18的某元素X,其原子的电子层数为n,最外层电子数为2n+1,原子核内质子数为2n²-1. 下列有关X的说法正确的是().

原电池学习中学生常见的疑惑

甘肃省兰州一中 (730000) 龙 阜

1. 氧化还原反应都能设计为原电池吗?

答:并不是所有氧化还原反应都能设计为原电池,只有自发的、放热的氧化还原反应才能设计为原电池,才能将化学能转化为电能.当然有的尽管是自发的、放热的氧化还原反应,但能量变化小,实际开发利用价值不大.

2. 电子为什么不经过电解质溶液由负极到达正极?

答:溶液中电阻太大,所以电子由负极经外线路到达正极.

3. 如何准确判断原电池的正负极?

答:(1)从电子流向看,电子流出的一极一定是

负极,电子流入的一极一定是正极.

(2)从电流流向看,电流流入的一极一定是负极,电流流出的一极一定是正极.

(3)从氧化与还原看,发生氧化反应的一极一定是负极,发生还原反应的一极一定是正极.

(4)从离子移动方向看,阴离子移向的一极一定是负极,阳离子移向的一极一定是正极.

(5)从电极材料的活泼性看,一般活泼性强的金属作负极,活泼性较弱的金属或导体作正极.常见的例外有: Mg、Al、NaOH 溶液构成原电池, Mg 活泼性尽管大于 Al,但 Al 作负极; Fe、Cu、浓硝酸构成原电池中, Cu 做负极.

- ▶ A. X 位于元素周期表中第 2 周期 V A 族
B. X 元素有 -3 、 $+5$ 两种化合价
C. X 元素在元素周期表中的族序数肯定为奇数
D. X 元素最高价氧化物对应的水化物可以表示为 H_3XO_4

解析 当 $n=1$ 时 $2n+1=3$ 不成立; $n=2$ 时 X 为 N 元素; $n=3$ 时 X 为 Cl 元素,故 A、B 错误;短周期主族元素的族序数等于最外层电子数, X 的最外层电子数为 $2n+1$ 必为奇数,故 C 正确; X 元素最高价氧化物对应的水化物为 HNO_3 或 $HClO_4$,故 D 错.答案: C

跟踪训练:

1. 金属钛有“生物金属”之称.下列有关 $^{48}_{22}\text{Ti}$ 和 $^{50}_{22}\text{Ti}$ 的说法正确的是().

- A. $^{48}_{22}\text{Ti}$ 和 $^{50}_{22}\text{Ti}$ 原子中均含有 22 个中子
B. $^{48}_{22}\text{Ti}$ 和 $^{50}_{22}\text{Ti}$ 在周期表中位置相同,都在第 4 纵行
C. $^{48}_{22}\text{Ti}$ 和 $^{50}_{22}\text{Ti}$ 的物理性质相同
D. $^{48}_{22}\text{Ti}$ 和 $^{50}_{22}\text{Ti}$ 为同一核素

2. 最近医学界通过用 ^{14}C 标记的 C_{60} 发现一种 C_{60} 的羧酸衍生物,在特定条例下可以通过断裂 DNA 抑制艾滋病毒的繁殖,则有关 ^{14}C 的叙述正确的是().

- A. 与 $^{12}\text{C}_{60}$ 的碳原子化学性质不同
B. 与 ^{14}N 含的中子数相同
C. 是 $^{12}\text{C}_{60}$ 的同素异形体
D. 与 ^{12}C 、 ^{13}C 互为同位素

3. 某元素的一种同位素 X 的原子质量数为 A , 含 N 个中子,它与 ^1H 原子组成 H_mX 分子.在 a g

H_mX 中所含质子的物质的量是().

- A. $\frac{a}{A+m}(A-N+m)$ mol B. $\frac{a}{A}(A-N)$ mol
C. $\frac{a}{A+m}(A-N)$ mol D. $\frac{a}{A}(A-N+m)$ mol

跟踪训练答案:

1. 解析 $^{48}_{22}\text{Ti}$ 和 $^{50}_{22}\text{Ti}$ 中均含有 22 个质子,但含有的中子数不同,分别为 26 个和 28 个,故两者属于不同的核素,互为同位素, A、D 错; $^{48}_{22}\text{Ti}$ 和 $^{50}_{22}\text{Ti}$ 属于同一种元素,在周期表中的位置相同, B 正确;同位素的物理性质不同,化学性质相同, C 错.

答案: B

2. 解析 ^{14}C 与 ^{12}C 互为同位素,化学性质相同, A 不正确; ^{14}C 、 ^{14}N 分别有 8 个、7 个中子, B 不正确; C_{60} 与金刚石、石墨互为同素异形体,这些单质中既含 ^{12}C 原子,也含 ^{14}C 、 ^{13}C 原子,但 $^{12}\text{C}_{60}$ 与 $^{14}\text{C}_{60}$ 既不是同位素,也不是同素异形体, C 不正确, D 正确.

答案: D

3. 解析 根据公式 $A=Z+N$,得 X 的质子数 $Z=A-N$, X 与 H 形成 H_mX ,故 1 mol H_mX 中含有质子的物质的量为 $(A-N+m)$ mol,由 $n=\frac{m}{M}$ 可计算

得 a g H_mX 的物质的量为 $\frac{a}{A+m}$ mol,故所含质子的

物质的量为 $\frac{a}{A+m}(A-N+m)$ mol.

答案: A

(收稿日期: 2014-06-10)