

通用版

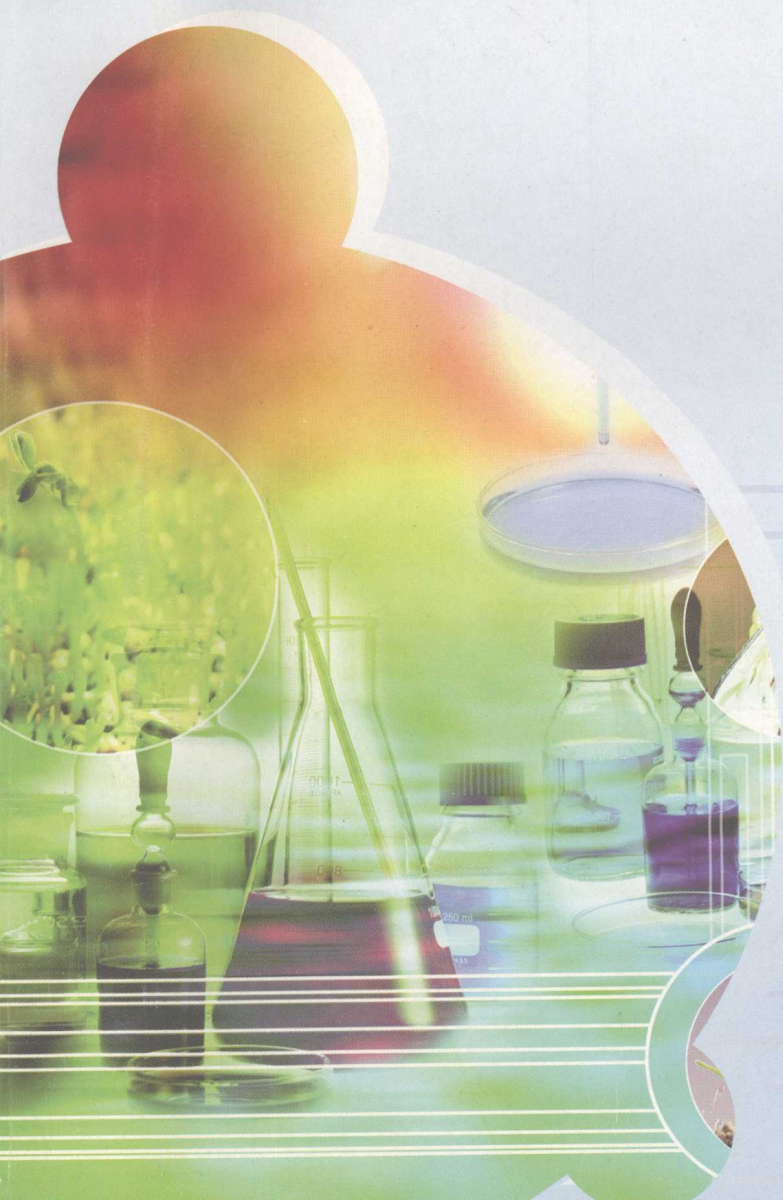
VIEW

高中 新课程  
导读丛书

# 化学

必修 2

主编：管顺英



湖南文艺出版社

高中新课程导读丛书

# 化 学 必修 2

主编：管顺英

编者：胡和平

湖南文艺出版社

**图书在版编目 (CIP) 数据**

高中新课程导读丛书. 化学. 2: 必修/管顺英主编.

长沙: 湖南文艺出版社, 2008. 2

ISBN 978-7-5404-4098-5

I. 高… II. 管… III. 化学课—高中—教学参考资料

IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 017268 号

高中新课程导读丛书

**化学必修 2**

管顺英 主编

责任编辑: 徐应才

湖南文艺出版社出版、发行

(长沙市雨花区东二环一段 508 号 邮编: 410014)

网址: [www.hnwy.net](http://www.hnwy.net)

湖南省新华书店经销

湖南新华印刷集团有限责任公司(邵阳)印刷

\*

2008 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

开本: 787×1092mm 1/16 印张: 7.75

字数: 180,000

ISBN 978-7-5404-4098-5

定价: 11.60 元

若有质量问题,请直接与本社出版科联系调换。

# 目 录

|                     |         |
|---------------------|---------|
| 第一章 物质结构 元素周期律      |         |
| 第一节 元素周期表           | ( 1 )   |
| 第二节 元素周期律           | ( 8 )   |
| 第三节 化学键             | ( 15 )  |
| 第一章检测题              | ( 21 )  |
| 第二章 化学反应与能量         |         |
| 第一节 化学能与热能          | ( 25 )  |
| 第二节 化学能与电能          | ( 32 )  |
| 第三节 化学速率与限度         | ( 38 )  |
| 第二章检测题              | ( 46 )  |
| 第三章 有机化合物           |         |
| 第一节 最简单的有机化合物——甲烷   | ( 49 )  |
| 第二节 来自石油和煤的两种基本化工原料 | ( 58 )  |
| 第三节 生活中常见的两种有机物     | ( 66 )  |
| 第四节 基本营养物质          | ( 76 )  |
| 第三章检测题              | ( 84 )  |
| 第四章 化学与自然资源的开发利用    |         |
| 第一节 开发利用金属矿物和海水资源   | ( 89 )  |
| 第二节 资源综合利用 环境保护     | ( 97 )  |
| 第四章检测题              | ( 106 ) |
| 参考答案                | ( 110 ) |

# 第一章 物质结构 元素周期律

## 第一节 元素周期表



### 课标解读 >>>

1. 能描述元素周期表的结构。
2. 了解元素原子核外电子排布。
3. 通过对原子结构的初步认识,知道有关元素、核素、同位素的涵义及其简单的计算。
4. 了解原子结构与元素性质的关系。
5. 能初步学会总结元素递变规律的能力,具有把元素的性质、元素周期表的位置与元素原子的结构初步联系起来能力和一定的运用能力。
6. 通过对元素性质的递变规律与微粒结构进行联系,认识事物变化过程中量变引起质变的规律性,接受辩证唯物主义观点的教育。



### 探究学习 >>>

#### 一、知识构建

##### (一) 元素周期表

##### 1. 元素周期表的结构

| 族 \ 周期 | I A |      |       |      |     |      |       |      |    |   |    | 0   |    |    |   |   |    |    |
|--------|-----|------|-------|------|-----|------|-------|------|----|---|----|-----|----|----|---|---|----|----|
| 1      | H   | II A |       |      |     |      |       |      |    |   |    |     | He |    |   |   |    |    |
| 2      | Li  | Be   |       |      |     |      |       |      |    |   |    |     | Ne |    |   |   |    |    |
| 3      | Na  | Mg   | III B | IV B | V B | VI B | VII B | VIII | IX | X | IB | IIB | Al | Si | P | S | Cl | Ar |
| 4      | K   | Ca   |       |      |     |      |       |      |    |   |    |     |    |    |   |   |    | Br |
| 5      | Rb  |      |       |      |     |      |       |      |    |   |    |     |    |    |   |   |    | I  |
| 6      | Cs  |      |       |      |     |      |       |      |    |   |    |     |    |    |   |   |    | At |
| 7      | Fr  |      |       |      |     |      |       |      |    |   |    |     |    |    |   |   |    |    |

##### 2. 元素周期表的有关知识

| 类别    | 周期序数 | 起止元素    | 包括元素种数     | 核外电子层数 |
|-------|------|---------|------------|--------|
| 短周期   | 1    | H—He    | 2          | 1      |
|       | 2    | Li—Ne   | 8          | 2      |
|       | 3    | Na—Ar   | 8          | 3      |
| 长周期   | 4    | K—Kr    | 18         | 4      |
|       | 5    | Rb—Xe   | 18         | 5      |
|       | 6    | Cs—Rn   | 32         | 6      |
| 不完全周期 | 7    | Fr—112号 | 26 (排满为32) | 7      |

## (二) 元素的性质与原子结构

### 1. 结构决定性质

最外层电子数 $<4$ ，易失去电子，具有还原性；原子半径越大，原子核对最外层电子的吸引力越小，越易失去电子，还原性越强。

最外层电子数 $>4$ ，易得到电子，具有氧化性；原子半径越小，原子核对最外层电子的吸引力越大，越易得到电子，氧化性越强。

### 2. 碱金属元素

碱金属元素化学性质相似，且从Li到Cs还原性逐渐增加。如它们与氧气和水反应时，钾比钠的反应剧烈，铷、铯的反应更剧烈。

### 3. 卤族元素

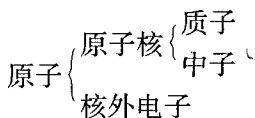
卤素单质的化学性质相似，且从 $F_2$ 到 $I_2$ 氧化性逐渐减弱。如它们与氢气反应时，或在它们之间的置换反应时，氟反应最剧烈，氯能置换出溴和碘，溴能置换出碘。如：

| 名称     | 反应条件    | 化学方程式                                       | 形成氢化物的稳定性 |
|--------|---------|---|-----------|
| $F_2$  | 冷暗处爆炸   | $H_2 + F_2 = 2HF$                           | HF 很稳定    |
| $Cl_2$ | 光照      | $H_2 + Cl_2 = 2HCl$                         | HCl 稳定    |
| $Br_2$ | 高温      | $H_2 + Br_2 \xrightarrow{500^\circ C} 2HBr$ | HBr 较不稳定  |
| $I_2$  | 高温、持续加热 | $H_2 + I_2 = 2HI$                           | HI 很不稳定   |

## (三) 核素

### 1. 原子结构

#### (1) 原子结构



原子序数 = 核内质子数 = 核外电子数

(2) 质量关系：质量数(A) = 质子数(Z) + 中子数(N)

(3) 电性关系：

原子中，核电荷数 = 核内质子数 = 核外电子数

阳离子中，核外电子数 = 核内质子数 - 电荷数

阴离子中，核外电子数 = 核内质子数 + 电荷数

### 2. 核素：

把具有一定数目质子和一定数目中子的一种原子叫做核素。如： ${}^1_1H$ 、 ${}^2_1H$ 和 ${}^3_1H$ 就各为一种核素。

### 3. 同位素：

质子数相同而中子数不同的同一元素的不同原子互称为同位素。

## 二、要点扫描

1. 在周期表中，把\_\_\_\_\_相同的元素，按原子序数递增的顺序从左到右排成一个横行，叫做一个周期，其中周期序数 = \_\_\_\_\_；元素周期表有\_\_\_\_\_周期（第1、2、3周

期为短周期；第4、5、6周期为长周期；第7周期为不完全周期）。

2. 在周期表中，把\_\_\_\_\_相同的元素，按电子层递增的顺序从上而下排成一个纵行，叫做一个族，其中主族序数=\_\_\_\_\_；元素周期表有\_\_\_\_\_个纵行，分为7个主族；7个副族；一个零族；一个Ⅷ族（8、9、10三个纵行）。它们的排列顺序为：

3. 碱金属元素化学性质相似，且从Li到Cs还原性逐渐\_\_\_\_\_。这是由它们原子的结构决定的。碱金属元素的原子的最外层都只有\_\_\_\_\_个电子，易\_\_\_\_\_电子，所以都表现出还原性；且随着核电荷数的增加，碱金属元素原子的电子层数逐渐增多，原子半径逐渐增大，原子核对最外层电子的引力逐渐\_\_\_\_\_，所以，从锂到铯还原性逐渐增强，如它们与氧气和水反应时，钾比钠的反应剧烈，铷、铯的反应更剧烈。化学方程式如下：



4. 碱金属的物理性质的比较

|     |       | Li               | Na | K | Rb |
|-----|-------|------------------|----|---|----|
| 相似点 | 颜色    | 均为银白色（Cs略带_____） |    |   |    |
|     | 硬度    | 柔软               |    |   |    |
|     | 密度    | 较小               |    |   |    |
|     | 熔沸点   | 较低               |    |   |    |
|     | 导电导热性 | 强                |    |   |    |
| 递变性 | 密度变化  | 逐渐_____（K特殊）     |    |   |    |
|     | 熔沸点变化 | 单质的熔沸点逐渐         |    |   |    |

5. 卤族元素的物理性质：

颜色：浅→深

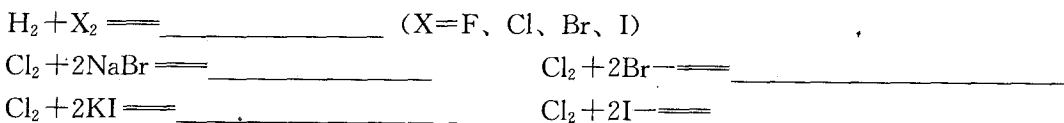
状态：气→液→固

密度：小→大

熔沸点：\_\_\_\_\_

在水中的溶解性：大→小

6. 卤素单质的化学性质相似，且从F<sub>2</sub>到I<sub>2</sub>氧化性逐渐\_\_\_\_\_。这是由卤素原子的结构决定的。卤素原子的最外层都只有\_\_\_\_\_个电子，易得到电子，所以都表现出\_\_\_\_\_；且随着核电荷数的增加，卤素原子的电子层数逐渐增多，原子半径逐渐增大，原子核对最外层电子的引力逐渐减弱，所以，从氟到碘氧化性逐渐减弱，如它们与氢气反应时，或在它们之间的置换反应时，氟反应最剧烈，氯能置换出溴和碘，溴能置换出碘。化学方程式如下：

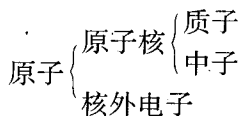


7. 在元素周期表中，同主族元素从上到下原子核外电子层数依次\_\_\_\_\_，原子半径逐渐\_\_\_\_\_，失电子能力逐渐\_\_\_\_\_，得电子能力逐渐\_\_\_\_\_。所以，金属性\_\_\_\_\_，非金属性逐渐\_\_\_\_\_。

8. 在元素周期表中, 同周期元素从左到右原子电子层数\_\_\_\_\_, 最外层电子数依次\_\_\_\_\_, 原子半径逐渐\_\_\_\_\_, 失电子能力逐渐\_\_\_\_\_, 得电子能力逐渐\_\_\_\_\_. 所以, 金属性\_\_\_\_\_, 非金属性逐渐\_\_\_\_\_。

9. 原子结构

(1) 原子结构



原子序数 = 核内质子数 = 核外电子数

(2) 质量关系: 质量数(A) = 质子数(Z) + 中子数(N)

(3) 电性关系:

原子中, 核电荷数 = \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_

阳离子中, 核外电子数 = \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

阴离子中, 核外电子数 = 核内质子数 + 电荷数

10. 把具有一定数目质子和一定数目中子的一种原子叫做\_\_\_\_\_。

11. \_\_\_\_\_相同而中子数不同的同一元素的不同原子互称为同位素。

三、案例解悟

【例 1】填表

| 粒子符号 | 质子数 (Z) | 中子数 (N) | 质量数 (A) | 用 ${}_Z^AX$ 表示为         |
|------|---------|---------|---------|-------------------------|
| ①O   | 8       |         | 18      |                         |
| ②Al  |         | 24      | 27      |                         |
| ③Ar  | 18      | 22      |         |                         |
| ④Cl  |         |         |         | ${}_{17}^{35}\text{Cl}$ |
| ⑤H   |         |         |         | ${}^1_1\text{H}$        |

【解析】这个题目考察的是原子结构。其中质量数 = 质子数 + 中子数, 可用 X 表示原子, 其中 ${}_Z^AX$ 表示元素符号, A 表示质量数, Z 表示质子数。

【答案】①N=10  ${}^{18}_8\text{O}$  ②Z=13  ${}^{27}_{13}\text{Al}$  ③A=40  ${}^{40}_{18}\text{Ar}$  ④Z=17 N=18 A=35  
⑤Z=1 N=0 A=1

。【例 2】新发现的 116 号元素位于周期表的什么位置?

【解析】根据每一周期所排的元素种类分别为: 2、8、8、18、18、32、32 可知, 116 号元素位于第七周期, 根据元素周期表中族的排列顺序 I A、II A、III B、IV B、V B、VI B、VII B、V III、I B、II B、III A、IV A、V A、VI A、VII A、0 可知, 它是 VI A 元素。

【答案】第七周期 VI A

【例 3】某一周期 II A 族元素的原子序数为 x, 则同周期的 III A 族元素的原子序数

A. 只有  $x+1$

B. 可能是  $x+8$

C. 可能是  $x+2$

D. 可能是  $x+1$  或  $x+11$  或  $x+25$

【解析】此题考察的是元素周期表的结构。II A 和 III A 的间隔有三种情况: 第 2、3 周期中, II A 和 III A 相邻, 即  $x+1$ , 第 4、5 周期中, II A 和 III A 相隔了副族 10 个纵行, 即  $x+11$ , 第

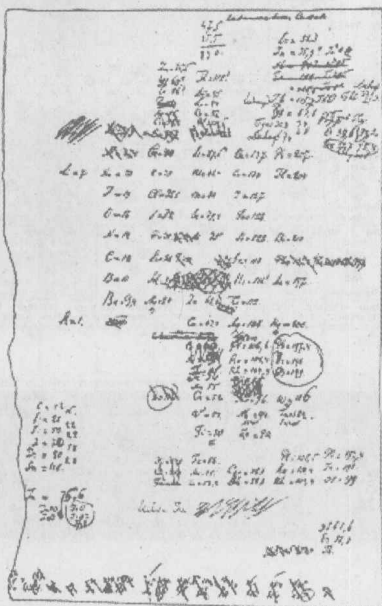


6,7 周期中, II A 和 III A 相隔了副族 10 个纵行以及镧系或锕系 14 种元素, 即  $x+25$ 。

【答案】D

## 课外延伸

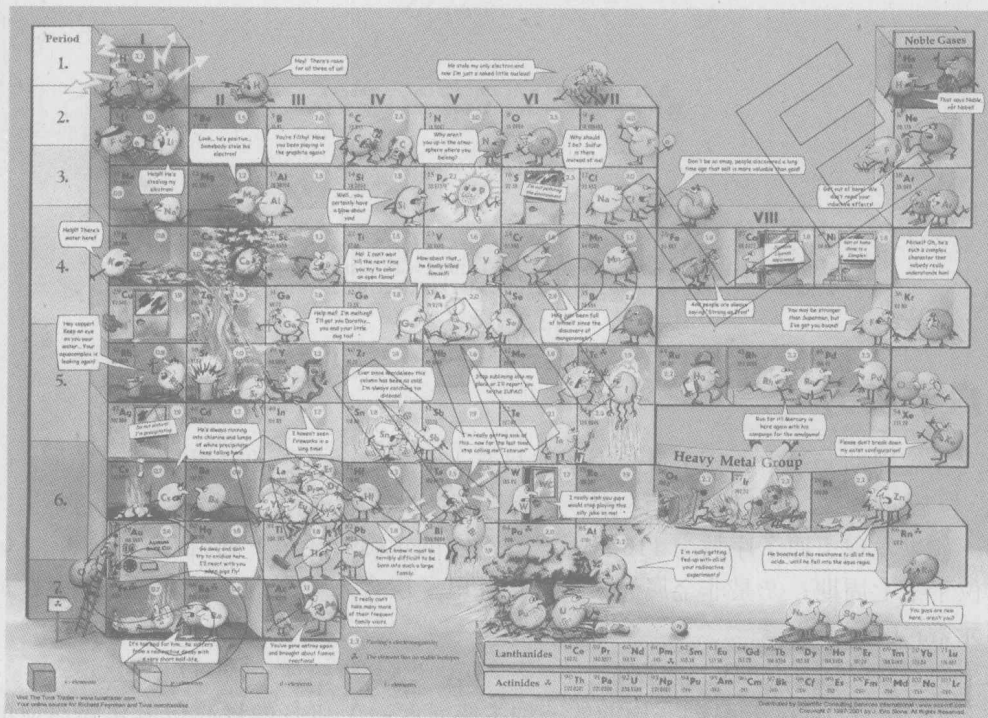
### 1. 元素周期表的发展史



门捷列夫的第一张周期表 (1869 年手稿)

前苏联为纪念门捷列夫第一张周期表发表 100 周年发行的邮票 (1969 年)

### 2. 各式各样的周期表



卡通对话版

### Periodic Table of the Elements, in Pictures

**Key**

Symbol → C  
Name → Carbon  
Use or Occurrence → Plants and Animals

Atomic Number → 6  
The atomic number is the number of protons in an atom.

**Color Key**

All Metals  
Alkali Earth Metals  
Transition Metals  
Other Non-Metals  
Halogens  
Noble Gases  
Lanthanides  
Actinides  
Trans-Actinides

Solid  
Liquid  
Gas  
at room temperature

Radioactive  
Man-Made

**Atoms**

nucleus  
protons  
neutrons  
electrons

Atoms have a nucleus of protons and neutrons surrounded by electrons.  
The number of electrons in an uncharged atom is the same as the number of protons.

**Molecules**

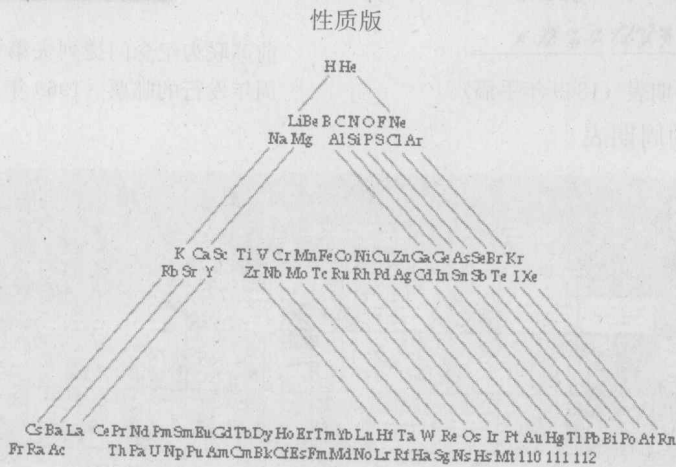
Atoms combine to make molecules by sharing or trading their outer electrons.  
Many atoms prefer to have eight electrons in their outer orbit like the oxygen atom in H<sub>2</sub>O.

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 | 104 | 105 | 106 | 107 | 108 | 109 | 110 | 111 | 112 | 113 | 114 | 115 | 116 | 117 | 118 | 119 | 120 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

Groups: The vertical columns are called groups. Elements in the same group behave similarly because they have the same number of outer electrons. Group 1 has one outer electron, group 2 has two, etc. Most transition metals have two.

Trans-Actinides: These man-made atoms exist for less than a second.

Element 112 was the highest-numbered element yet created, as of 1996.



塔式周期表



## 自主练习

12. 在短周期元素中，原子最外电子层只有 1 个或 2 个电子的元素是 ( )
- A. 金属元素      B. 稀有气体元素      C. 非金属元素      D. 都有可能
13. 如果发现了原子序数为 116 的元素，对它的正确叙述是下列组合中的 ( )
- ①位于第七周期；②是非金属元素；③最外电子层含有 6 个电子；④没有放射性；⑤属于氧族元素；⑥属于卤素
- A. ①③⑤      B. ①③⑥      C. ②④⑥      D. ②③⑤
14. A、B、C、D、E 是同一周期的五种主族元素，A 和 B 的最高价氧化物对应的水化

物均呈碱性，且碱性  $B > A$ ，C 和 D 的气态氢化物的稳定性  $C > D$ ；E 是这五种元素中原子半径最小的元素，则它们的原子序数由小到大的顺序是 ( )

- A. A、B、C、D、E                      B. E、C、D、B、A  
C. B、A、D、C、E                      D. C、D、A、B、E

15. 短周期元素 X 和 Y 可以形成  $XY_4$  型化合物，若 X 的原子序数为  $m$ ，Y 的原子序数为  $n$ ，则  $m$  和  $n$  的相互关系为 ( )

- A.  $m - 13 = n$               B.  $n + 5 = m$               C.  $m + 8 = n$               D.  $n - 11 = m$

16. 在周期表中，第三、四、五、六周期元素的数目分别是 ( )

- A. 8、18、32、32    B. 8、18、18、32    C. 8、18、18、18    D. 8、8、18、18

17. 下列叙述正确的是 ( )

- A. 在碱金属元素中，所有碱金属的氧化物均属于碱性氧化物。  
B. 由于钠、钾的密度都小于 1，所以，碱金属单质的密度都小于 1。  
C. 金属锂不能保存在煤油中，金属钾可以保存在煤油中  
D. 虽然自然界含钾的物质均易溶于水，但土壤中钾含量太少，故需施用钾肥

18. A、B、C 是周期表中相邻的三种元素，A 和 B 同周期，B 和 C 同主族，三种元素原子最外层电子数的和为 14，核内质子数和为 28，则 A、B、C 三种元素分别是 ( )

- A. N P O              B. Li Be Mg              C. C N P              D. O S F

19. 无机化学命名委员会（国际组织）在 1989 年作出决定，把长式元素周期表原先的主、副族及族号取消，由左到右改为 18 列，如碱金属族为第 1 列，稀有气体元素为第 18 列。按此规定，下列说法中错误的是 ( )

- A. 第 16、17 列都是非金属元素  
B. 第 1 列金属元素和第 17 列元素的单质熔、沸点变化趋势相反  
C. 第 2 列元素原子最外层有 2 个电子  
D. 在 18 列元素中，第 3 列元素种类最多

20. 元素周期表是一座开放的“元素大厦”，元素大厦尚未客满。请你在元素大厦中为 119 号元素安排好它的房间 ( )

- A. 第八周期第 I A 族                      B. 第七周期第 VII A 族  
C. 第七周期第 0 族                         D. 第六周期第 II A 族

21. 短周期主族元素 A、B、C、D 的原子序数依次增大，其中 A、C 同主族，B、C、D 同周期，A 原子的最外层电子数是次外层电子数的 3 倍，B 是短周期元素中原子半径最大的主族元素。试回答下列问题：

(1) A 的元素符号\_\_\_\_\_；D 的原子结构示意图\_\_\_\_\_。

(2) A、B、C 三种元素形成的简单离子的半径由大到小的顺序是\_\_\_\_\_。

(3) A、B、C、D 形成的化合物  $B_2A_2$ 、 $CD_2$ 、 $D_2A$ 、 $DA_2$  中各原子都满足最外层 8 电子结构的是\_\_\_\_\_（填写具体的化学式）。

(4)  $CA_2$  与 D 元素的单质在水溶液中反应的化学方程式是\_\_\_\_\_。

22. 填写下列空白：

(1) 写出表示含有 8 个质子、10 个中子的原子的化学符号：\_\_\_\_\_。

(2) 周期表中位于第 8 纵行的铁元素属于第\_\_\_\_\_族。

(3) 周期表中最活泼的非金属元素位于第\_\_\_\_\_纵行。

(4) 所含元素超过 18 种的周期是第\_\_\_\_、\_\_\_\_周期。

23. A、B、C、D、E、F 六种短周期元素的原子序数依次增大。已知 A、C、F 三原子的最外层共有 11 个电子，且这种三元素的最高价氧化物的水化物之间两两皆能反应，均能生成盐和水，D 元素原子的最外层电子数比次外层电子数少 4 个，E 元素原子的次外层电子数比最外层电子数多 3 个。试回答：

(1) 写出下列元素的符号 A \_\_\_\_\_，D \_\_\_\_\_，E \_\_\_\_\_。

(2) 用电子式表示 B、F 形成的化合物\_\_\_\_\_。

(3) A、C 两种元素最高价氧化物的水化物之间反应的离子方程式\_\_\_\_\_。

(4) D 的固态氧化物是\_\_\_\_\_晶体。

含  $n$  mol D 的氧化物的晶体中含 D—O 共价键为\_\_\_\_\_ mol。

## 第二节 元素周期律



### 课标解读



1. 了解元素原子核外电子排布规律。
2. 了解主要化合价与元素金属性、非金属性的周期性变化。
3. 了解元素周期表和元素周期律的意义。
4. 掌握元素周期律的涵义和实质。
5. 了解元素周期律的应用。
6. 培养学生分析问题，总结归纳的能力。
7. 认识事物变化由量变引起质变的规律。



### 探究学习



#### 一、知识构建

##### (一) 原子核外电子的排布

##### 1. 电子层的划分

|         |               |
|---------|---------------|
| 电子层 (n) | 1、2、3、4、5、6、7 |
| 电子层符号   | K、L、M、N、O、P、Q |
| 离核距离    | 近—————>远      |
| 能量高低    | 低—————>高      |

##### 2. 核外电子的排布规律

(1) 各电子层最多容纳的电子数是  $2n^2$  个 ( $n$  表示电子层)。

(2) 最外层电子数不超过 8 个 (K 层是最外层时，最多不超过 2 个)；次外层电子数目不超过 18 个，倒数第三层不超过 32 个。

(3) 核外电子总是尽先排在能量最低的电子层，然后由里向外从能量低的电子层逐步向能量高的电子层排布 (即排满 K 层再排 L 层，排满 L 层才排 M 层)。

##### (二) 元素周期律

##### 1. 元素的金属性和非金属性强弱的比较

- 单质与水或酸反应置换氢的难易或与氢化合的难易及气态氢化物的稳定性。
  - 最高价氧化物的水化物的碱性或酸性强弱。
  - 单质的还原性或氧化性的强弱（注意：单质与相应离子的性质的变化规律相反）。
- 如钠、镁、铝的金属性依次减弱：

| 性质               | Na          | Mg                              | Al                         |
|------------------|-------------|---------------------------------|----------------------------|
| 单质与水（或酸）的反应情况    | 与冷水剧烈反应放出氢气 | 与冷水反应缓慢，与沸水迅速反应，放出氢气，与酸剧烈反应放出氢气 | 与酸迅速反应放出氢气                 |
| 最高价氧化物对应水化物的碱性强弱 | NaOH 强碱     | Mg(OH) <sub>2</sub> 中强碱         | Al(OH) <sub>3</sub> 两性氢氧化物 |

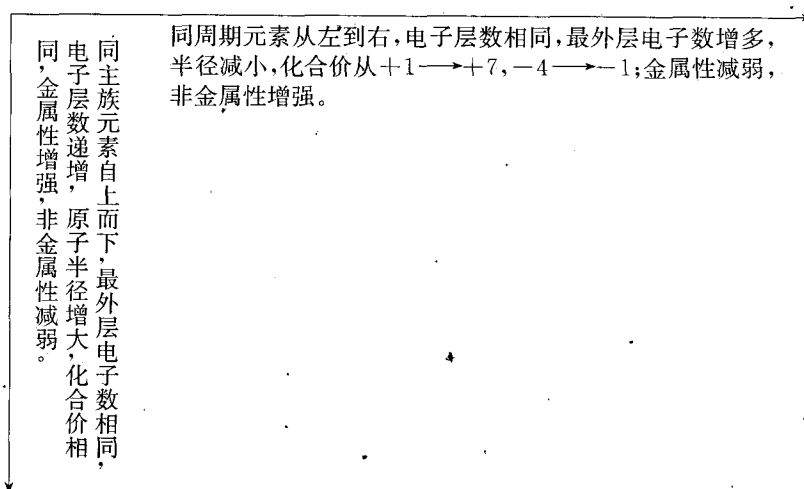
如硅、磷、硫、氯的非金属性依次增强：

| 性质               | Si                                 | P                                  | S                                 | Cl  |
|------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---|
| 非金属单质与氢气反应的条件    | 高温                                 | 磷蒸气与氢气能反应                          | 须加热                               | 光照或点燃时发生爆炸而化合   |
| 最高价氧化物对应水化物的酸性强弱 | H <sub>4</sub> SiO <sub>4</sub> 弱酸 | H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> 中强酸 | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 强酸 | HClO <sub>4</sub> 比 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 更强的酸 |

## 2. 元素性质随周期和族的变化规律

- 同一周期，从左到右，元素的金属性逐渐变弱；非金属性逐渐增强。
- 同一主族，从上到下，元素的金属性逐渐增强；非金属性逐渐减弱。

如图：

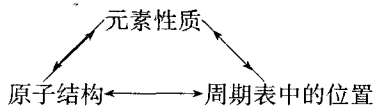


3. 微粒半径大小的比较规律：a. 同主族的原子：自上而下原子半径依次增大，因为它们的电子层数增加。b. 同周期的原子：从左到右原子半径依次减小，因为它们的最外层电子数增多，原子核对电子的引力增大。c. 对电子层结构相同的离子，质子数越大，半径越小。因为原子核对电子的引力增大。d. 对同一元素的原子和离子，核外电子越多半径越大。因为电子要占据一定的空间。

## （三）元素周期表和元素周期律的应用（重难点）

### 1. “位、构、性”三者之间的关系

a. 原子结构决定元素在元素周期表中的位置；b. 原子结构决定元素的化学性质；c. 以位置推测原子结构和元素性质。因此，可以根据某元素在周期表中的位置，推测它的原子结构和某些性质；同样也可以根据元素的原子结构，推测它在周期表中的位置及性质。我们可以用下图来表示它们之间的这种关系。



## 2. 金属元素和非金属元素的分界线

| 族  | I A             | II A | III A | IV A | V A | VI A | VII A | 0   |
|----|-----------------|------|-------|------|-----|------|-------|---|
| 周期 |                 |      |       |      |     |      |       |   |
| 1  |                 |      |       |      |     |      |       |   |
| 2  | 金属性<br>逐渐<br>增强 |      | B     |      |     |      |       | 非稀有<br>金属<br>有<br>金属<br>性<br>体<br>逐<br>元<br>素<br>增<br>强 |
| 3  |                 |      | Al    | Si   |     |      |       |   |
| 4  |                 |      |       | Ge   | As  |      |       |   |
| 5  |                 |      |       |      | Sb  | Te   |       |   |
| 6  |                 |      |       |      |     | Po   | At    |   |
| 7  |                 |      |       |      |     |      |       |   |
|    |                 |      |       |      |     |      |       |   |
|    |                 |      |       |      |     |      |       |   |

## 二、要点扫描

### 1. 核外电子的排布规律

(1) 各电子层最多容纳的电子数是\_\_\_\_\_个 ( $n$  表示电子层)。

(2) 最外层电子数不超过\_\_\_\_\_个 (K 层是最外层时, 最多不超过 2 个); 次外层电子数不超过 18 个, 倒数第三层不超过 32 个。

(3) 核外电子总是尽先排布在能量最\_\_\_\_\_的电子层, 然后由里向外从能量低的电子层逐步向能量高的电子层排布 (即排满 K 层再排 L 层, 排满 L 层才排 M 层)。

2. 主族元素的最高正化合价一般等于其\_\_\_\_\_序数, 非金属元素的负化合价等于\_\_\_\_\_。

3. 卤族元素的原子最外层上的电子数是\_\_\_\_\_, 其中, 非金属性最强的是\_\_\_\_\_。卤素的最高价氧化物对应水化物的化学式是\_\_\_\_\_ (以 X 表示卤素)。

4. 同周期元素从左到右, 电子层数\_\_\_\_\_, 最外层电子数\_\_\_\_\_, 半径\_\_\_\_\_, 化合价从 +1 递增到 +7, 从 -4 到 -1; 金属性\_\_\_\_\_, 非金属性\_\_\_\_\_。

5. 同主族元素自上而下, 最外层电子数\_\_\_\_\_, 电子层数递增, 原子半径\_\_\_\_\_, 化合价\_\_\_\_\_, 金属性\_\_\_\_\_, 非金属性\_\_\_\_\_。

6. 写出下列离子的离子结构示意图:  $Mg^{2+}$   $F^{-}$   $Br^{-}$   $Ca^{2+}$

7. 判断元素金属性强弱的依据:

(1) 单质跟\_\_\_\_\_ (或酸) 反应置换出氢的难易;

(2) 最高价氧化物的水化物——氢氧化物的\_\_\_\_\_强弱。

8. 判断元素非金属性强弱的依据:

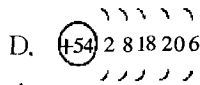
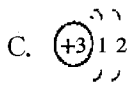
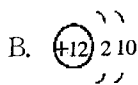
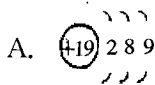
(1) 跟氢气反应形成气态氢化物的难易程度以及氢化物的\_\_\_\_\_;

(2) 元素最高价氧化物的水化物的\_\_\_\_\_强弱。

## 三、案例解悟

【例 1】判断下列示意图是否正确? 为什么?

( )



【解析】A、B违反了最外层电子数为8的排布规律，C的第一电子层上应为2个电子，D项不符合次外层电子数不超过18的排布规律。

【答案】A、B、C、D均错。

【例2】

| 原子结构示意图              | $\text{(+11)} \begin{matrix} \text{2} & \text{8} & \text{1} \\ \text{2} & \text{8} & \text{1} \end{matrix}$ | $\text{(+18)} \begin{matrix} \text{2} & \text{8} & \text{6} \\ \text{2} & \text{8} & \text{6} \end{matrix}$ | $\text{(+7)} \begin{matrix} \text{2} & \text{5} \\ \text{2} & \text{5} \end{matrix}$ | $\text{(+17)} \begin{matrix} \text{2} & \text{8} & \text{7} \\ \text{2} & \text{8} & \text{7} \end{matrix}$ |
|----------------------|---|---|--|---|
| 最高正化合价               |   |   |  |   |
| 最高价氧化物的化学式           |   |   |  |   |
| 最高价氧化物对应的水化物的化学式及酸碱性 |   |   |  |   |

【解析】结构决定性质。元素的最高正化合价=最外层电子数，金属的最高价氧化物对应的水化物一般显碱性，非金属的最高价氧化物对应的水化物一般显酸性。

【答案】+1, +6, +5, +7 Na<sub>2</sub>O SO<sub>3</sub> N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Cl<sub>2</sub>O<sub>7</sub> NaOH 碱性 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 酸性 HNO<sub>3</sub> 酸性 HClO<sub>4</sub> 酸性

【例3】A、B、C、D、E五种元素在周期表中相邻，A、B分别位于E的左右相邻位置，C、D分别位于E的上下位置，若A、B、C、D四种元素原子序数之和为70，则五种元素的符号分别是什么？E、B、D的最高价氧化物对应的水化物分别是什么？酸性的强弱顺序怎样？

【解析】令E的原子序数为x，则A为x-1，B为x+1，C为x-8，D为x+8或x+18。根据A、B、C、D四种元素原子序数之和为70，把这两种情况代入可知，当D为x+8时，x为小数，不合理。当D为x+18时，x为15，合理。再推出它们的最高价氧化物对应的水化物等。

【答案】A、B、C、D、E五种元素分别为：Si、Cl、N、As、P。E、B、D的最高价氧化物对应的水化物分别是：H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>、HClO<sub>4</sub>、H<sub>3</sub>AsO<sub>4</sub>，酸性由强到弱的顺序为：HClO<sub>4</sub>、H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>、H<sub>3</sub>AsO<sub>4</sub>。



## 课外延伸 >>>

### 1. 门捷列夫与元素周期律

镓的发现是化学史上第一个事先预言的新元素被发现，它雄辩地证明了门捷列夫元素周期律的科学性。1880年瑞典的尼尔森发现了钪，1885年德国的文克勒发现了锗。这两种新元素与门捷列夫预言的类硼、类硅也完全吻合，门捷列夫的元素周期律再次经受了实践的检验。

预言被证明极大地鼓舞了门捷列夫。1889年，门捷列夫应邀参加伦敦化学会举办的法拉第演讲会，他在关于周期表的报告中说道：“我预见到某些新元素的存在，在这里我提供一个例子，虽然至今我对它了解得还不太透彻。包括汞、铅、铋在内的第六周期元素中，我设想有一个与碲相类似、应排在碲下面的元素存在，可以把它叫做‘类碲’。”

果然，“类碲”又在1898年被居里夫人发现，她为了纪念她的祖国波兰，把这种世界上首次通过追踪放射性而发现的元素命名为钋。钋的性质与门捷列夫预言的“类碲”的性质也是一致的。

化学元素周期律是自然界的一条客观规律。它揭示了物质世界的一个秘密，即这些似乎

互不相关的元素间存在相互依存的关系，它们组成了一个完整的自然体系。从此新元素的寻找，新物质、新材料的探索有了一条可遵循的规律。元素周期律作为描述元素及其性质的基本理论有力地促进了现代化学和物理学的发展。

门捷列夫为元素周期律的揭示做出了卓越的贡献。他的出色之处是敢于对当时公认的原子量提出质疑，并大胆地给未发现元素预留空位，还准确地预言了这些元素的性质。

## 2. 现代元素周期律的逐步形成

元素周期律的发现，为新元素的发现和化学的研究提供了向导。但是元素周期表中却存在着一种矛盾，例如碲的原子量比碘的大，而根据它们的性质，却要将碲排列在碘的前面 ( $\text{Te} \approx 128$ ,  $\text{I} \approx 127$ )；又如氩 ( $\text{Ar} \approx 40$ ) 必须排在钾 ( $\text{K} \approx 39$ ) 的前面。为什么会出现这种原子量大的反而排在原子量小的元素前边的“倒置”现象呢？门捷列夫思考过这问题。他怀疑有关各元素的原子量测定上有错误。后来确实也改正几种元素的原子量。但是上述矛盾没有全部解决。

1909年，莫斯莱到曼彻斯特拜访了著名物理大师卢瑟福。在卢瑟福的指导下，莫斯莱开始研究元素放射性的问题，他首先研究了当时所知道的放射性元素放出  $\beta$  射线的情况，并把研究结果在英国皇家学会的会报上发表。接着，他又研究了在高真空、高电压的情况下，放射性物质的性质。同时测定了镭的一种蜕变产物的寿命，他经过精心设计和深入研究，测定出其半衰期为  $1/5000$  秒，在当时的实验条件下，完成如此高精度的测定，实属罕见，因此受到学术界的一致称赞。

莫斯莱最杰出的工作是发现了以他的名字命名的定律，即莫斯莱定律。1913年12月，莫斯莱离开了曼彻斯特，到牛津大学工作，开始研究各种元素所产生的特征 X 射线的波长。

莫斯莱经研究发现，以不同的元素作为产生调射线的靶子，则各种不同元素产生的特征调射线的波长是不同的。莫斯莱把各种元素产生的特征调射线按着波长的大小加以系统排列，他惊奇地发现，这种排列和元素在周期表中的顺序是完全一致的，他把这个排列顺序称之为原子序数。把莫斯莱 1913 年发现的定律，和卢瑟福的  $\alpha$  粒子散射实验相结合，人们不难得出结论：原子序数在数量上正好等于元素的核电荷数，这一发现是建立原子模型的基础。

根据莫斯莱的工作，化学家们对化学元素周期律作出了科学的解释，引申出以下几点结论。

1. 元素的性质不像人们以前理解的，只是原子量的周期函数，而是原子序数，即核电荷数的周期函数。这就解释了，为什么在化学元素周期表中有钾和氩、钴和镍、碲和碘等处，原子量大的反而排在原子量小的元素前边的“倒置”现象。

2. 原子的核电荷数，既然和原子序数相等，整个原子又呈中性，所以原子核外必然有与原子序数数目相等的电子在运动。

3. 同一元素各原子（同位素），它对应的原子量可能不等，但核电荷数一定相等。

这样，元素周期律的内容，就被改成了“元素的性质随着元素的原子序数递增而呈周期性的变化”，如果从原子量来看，则现在的元素周期表中仍存在有  $\text{Ar}-\text{K}$ ， $\text{Co}-\text{Ni}$ ， $\text{Te}-\text{I}$ ， $\text{Th}-\text{Pa}$  四对元素的“倒置”。这些实验事实，反映了作为元素周期律的真正基础不是元素的原子量，而是原子序数——也就是原子的核电荷（或者说是原子核外的电子数）。

3. 元素周期表的终点在哪里？

1869年2月，俄国化学家门捷列夫将当时已发现的 63 种元素列成元素周期表，并留下一些空格，预示着这些元素的性质。在元素周期表的指导下，人们“按图索骥”找出了这些元素。

元素种类到底是否有限？周期表有否终点？这是科学家们，也是诸位读者所关心的问题。



本世纪 30~40 年代,人们发现了 92 号元素,就有人提出 92 号是否是周期表的最后一种元素。然后从 1937 年起,人们用人工合成法在近 50 年时间又合成近 20 种元素,元素周期尾巴越长了。这时又有人预言,105 号元素该是周期表的尽头了,其理由是核电荷越来越大,核内质子数越来越大,质子间的排斥力将远远超过核子间作用力;导致它发生蜕变,然而不久,又陆续合成了 106~109 号元素。这些元素存在的时间很短,如 107 号元素半衰期只有 2 微秒,照此计算是否周期表到尽头了? 1969 年起,理论物理学家从理论上探索“超重元素”存在的可能性,他们认为具有 2, 8, 14, 28, 50, 82, 114, 126, 184 等这些“幻数”的质子和中子,其原子核比较稳定,这就是说,随着原子序数的递增,其原子核不一定不稳定。因此在 109 号元素之后还能合成一大批元素。这样一来,第七周期 32 种元素将会被填满,第八周期也将填满(按理论计算,第八周期元素共 50 种,其中 7 种主族元素,1 种惰性元素,10 种过渡元素或副族元素,还有 32 种超铀系元素,列在周期表下方的铀系下方)。

然而理论的唯一检验标准是实践,能否不断合成新元素至今还是一个谜案,科学家将上天(如到月球)入地(如海底)或反复在粒子加速器中进行实验,企图合成新元素,其结果将会如何,人们正拭目以待。

有趣的是,有些科学家还提出元素周期表还可以向负方向发展,这是由于科学上发现了正电子、负质子(反质子),在其它星球上是否存在由这些反质子和正电子以及中子组成的反原子呢?这种观点若有一朝被实践证实,周期表当然可以出现核电荷数为负数的反元素,向负方向发展也就顺理成章了。



## 自主练习



9. 某元素的原子核外有 3 个电子层,最外层有 4 个电子,该原子核内的质子数为 ( )
  - A. 14
  - B. 15
  - C. 16
  - D. 17
10. 原子核外的 M 电子层和 L 电子层最多容纳的电子数的关系是 ( )
  - A. 大于
  - B. 小于
  - C. 等于
  - D. 不能确定
11. 若 ${}_aA^{n+}$ 与 ${}_bB^{2-}$ 两种离子的核外电子层结构相同,则 a 的数值为 ( )
  - A.  $b+n+2$
  - B.  $b+n-2$
  - C.  $b-n-2$
  - D.  $b-n+2$
12. 从原子序数 11 依次增加到 17,下列所叙递变关系错误的是 ( )
  - A. 电子层数相同
  - B. 原子半径逐渐增大
  - C. 最高正价数值逐渐增大
  - D. 从硅到氯负价从 -4 到 -1
13. 已知 X、Y、Z 为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是: $HXO_4 > H_2YO_4 > H_3ZO_4$ 。则下列说法正确的是 ( )
  - A. 气态氢化物的稳定性: $HX < H_2Y < ZH_3$
  - B. 非金属活泼性: $Y < X < Z$
  - C. 原子半径: $X > Y > Z$
  - D. 原子最外电子层上电子数的关系: $Y = \frac{1}{2}(X+Z)$
14. 已知 X、Y 均为 1~18 号之间的元素,X、Y 可形成化合物  $X_2Y$  和  $X_2Y_2$ ,又知 Y 的原子序数小于 X 的原子序数,则两种元素的原子序数之和为 ( )
  - A. 19
  - B. 18
  - C. 27
  - D. 9
15. 下列各离子化合物中,阳离子与阴离子的半径之比最小的是 ( )