



物质结构 元素周期律

第一节 原子结构与元素周期表

第一课时 原子结构

【课程标准要求】

1. 认识原子结构，知道质量数及其与质子数和中子数之间的关系。
2. 了解原子核外电子的排布，能画出 1~20 号元素的原子结构示意图。

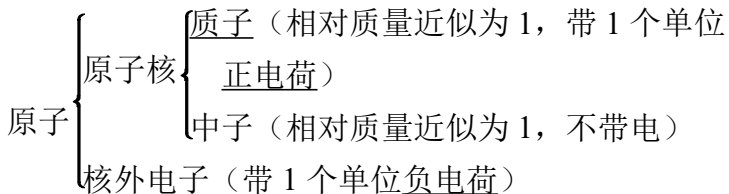
新知自主预习

夯基固本

一、原子的构成

1. 构成

(1) 原子



(2) 关系：核电荷数 = 质子数 = 核外电子数 (原子呈电中性)

2. 质量数

(1) 含义

原子的质量主要集中在原子核上，质子和中子的相对质量都近似为 1，如果忽略电子的质量，将核内所有质子和中子的相对质量取近似整数值相加，所得的数值叫做质量数。

(2) 关系：质量数(A) = 质子数(Z) + 中子数(N)。

【微自测】

1. 下列描述中，正确的打“√”，错误的打“×”。

- (1)原子呈电中性是因为中子不带电(×)
- (2)质子数和中子数决定原子的质量(√)
- (3)原子中的质子数与核外电子数一定相等(√)
- (4)某种氯原子的中子数是 18，则其质量数是 35，核外电子数是 17(√)

二、核外电子排布

1.电子层

(1)含义

在含有多个电子的原子中，电子分布在能量不同的区域内运动。把不同的区域简化为不连续的壳层称作电子层。

(2)不同电子层的表示方式及能量关系

电子层数	1	2	3	4	5	6	7
字母代号	<u>K</u>	<u>L</u>	<u>M</u>	N	O	P	Q
离核远近	由近到远						
能量高低	由低到高						

2.电子层排布

(1)能量最低原理

原子中的电子是处在原子核的引力场中，电子一般总是先从能量较低的内层排起，当一层充满后再填充能量较高的下一层。

(2)电子层最多容纳的电子数

- ①原子核外第 n 层最多能容纳的电子数为 $2n^2$ 。
- ②无论原子有几个电子层，其最外层中的电子数最多只有 8 个(K 层只有 2 个)。
- ③次外层最多能容纳的电子数不超过 18 个。

(3)原子最外电子层有 8 个电子(最外层为 K 层时，最多只有 2 个电子)的结构是相对稳定的结构。

【微自测】

2. 下列描述中，正确的打“√”，错误的打“×”。

- (1)能量高的电子在离核近的区域运动(×)
- (2)M 层为最外层时，最多容纳 18 个电子(×)
- (3)原子的次外层电子数都是 8(×)

(4)某原子 M 层上电子数为 L 层上电子数的 4 倍(×)

(5)某离子 M 层和 L 层电子数均为 K 层的 4 倍(√)

课堂互动探究

启迪思维

一、原子中微粒之间的数量关系

【活动探究】

情境素材

生物体在生命存续期间保留的一种碳原子——碳-14(^{14}C)会在其死亡后衰变，测量考古遗址中发现的遗物里碳-14 的数量，可以推断出它的存在年代。



问题探究

1. 你知道碳-14 中的“14”是什么含义吗？

提示：碳-14 中的“14”是指这种碳原子的质量数是 14。

2. 碳-14 这种碳原子的质子数、中子数、核外电子数分别是多少？它们之间有何数量关系？

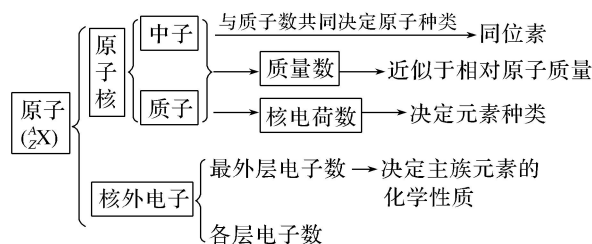
提示：质子数是 6，中子数是 8，核外电子数为 6，质子数 = 核外电子数；质子数 + 中子数 = 质量数。

3. 如何用质子数和质量数表示碳-14 这种原子？

提示： $^{14}_6\text{C}$ 。

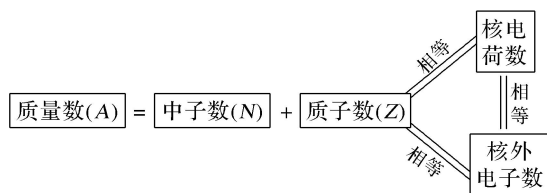
【核心归纳】

1. 原子的构成微粒及作用

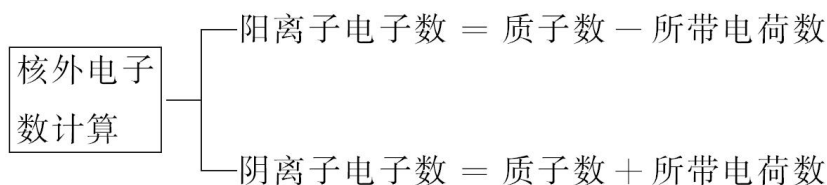


2. 原子的构成微粒间的数量关系

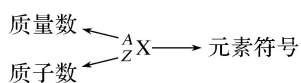
(1)电中性原子



(2)带电原子——离子的电子数目计算



3. 原子的表示方法



▪ 名师点拨 ▪

(1)并不是所有的原子都是由质子、中子和电子构成，如 ^1H 原子核内无中子。

(2)在原子中，质子数一定等于核外电子数，但不一定等于中子数。如 $^{35}_{17}\text{Cl}$ 中的质子数为 17，中子数为 18。

————— 【实践应用】 —————

1. 下列关于 $^{16}_8\text{O}$ 的叙述正确的是()

- | | |
|------------|--------------|
| A. 质量数为 8 | B. 质子数为 8 |
| C. 中子数为 16 | D. 核外电子数为 16 |

答案 B

解析 $^{16}_8\text{O}$ 中质子数为 8，中子数为 $16 - 8 = 8$ ，核外电子数为 8，质量数为 16，B 项正确。

2. $^{12}_6\text{C}$ 与 $^{14}_7\text{N}$ 具有相同的()

- | | |
|--------|--------|
| A. 质量数 | B. 质子数 |
| C. 电子数 | D. 中子数 |

答案 A

解析

	质子数	电子数	中子数	质量数
$^{12}_6\text{C}$	6	6	8	14
$^{14}_7\text{N}$	7	7	7	14

3.某+2价阳离子(M^{2+})含24个电子,它的质量数为56,则该离子中核内中子数是()

- A. 24 B. 30 C. 32 D. 34

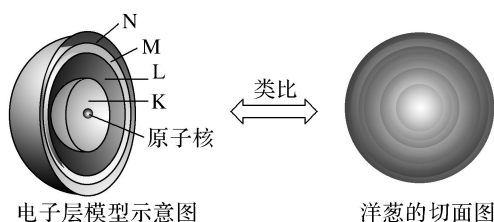
答案 B

解析 该元素原子的核外电子数为 $24 + 2 = 26$,即质子数为26,故该离子(M^{2+})核内中子数为 $56 - 26 = 30$ 。

二、核外电子的排布

【活动探究】

情境素材



问题探究

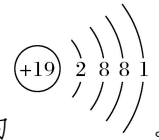
1. 电子层中最多能容纳的电子数与电子层数(n)之间存在什么关系? 原子最外层电子排布有什么特点?

提示: 原子核外第 n 层最多容纳的电子数为 $2n^2$, 原子最外层的电子数为8个, K层为最外层时最多只有2个。

2. 当M层排布电子时, K、L层是否一定排满电子? 当N层排布电子时, M层是否一定排满电子?

提示: 当M层排布电子时, K、L层均排满电子; 当N层排布电子时, M层不一定排满电子, 如钾原子的N层排布1个电子, M层只排布8个电子, 未排满电子。

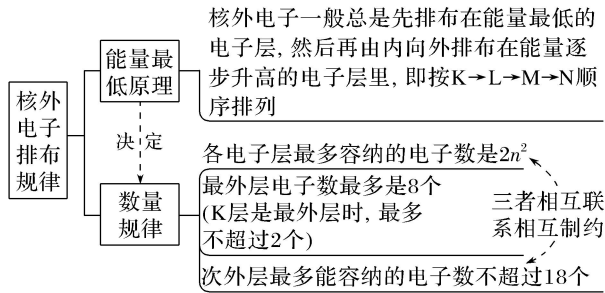
3. 钾原子结构示意图画成  正确吗? 为什么?



提示：不正确；原因是最外层电子数不能超过 8 个，正确的为

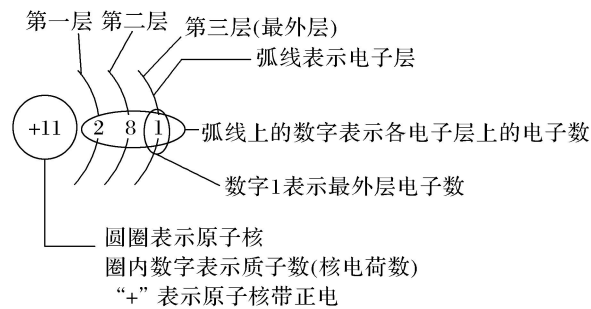
【核心归纳】

1. 原子核外电子排布规律



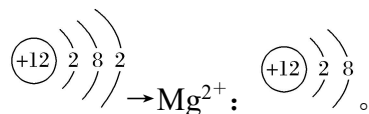
2. 原子(或离子)结构示意图

(1)原子(或离子)结构示意图是表示原子(或离子)的核电荷数和核外电子分层排布情况的示意图。例如，Na 原子的原子结构示意图及其含义如图所示：



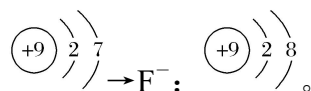
(2)离子结构示意图

①金属元素原子失去最外层所有电子变为离子时，电子层数减少一层。如 Mg：



②非金属元素的原子得电子形成简单离子时，最外层达到 8 个电子(H 除外)。如

F：



名师点拨

(1)最外层电子数排满 8 个(He 为 2 个)形成稳定结构，不易得失电子、化学性质稳定。

A. 14

B. 15

C. 16

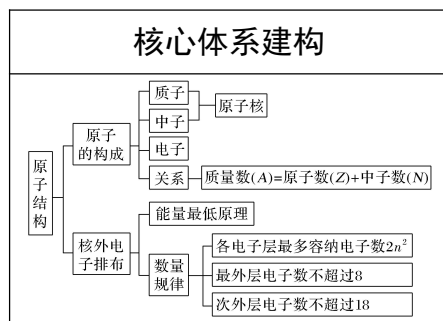
D. 17

答案 A

解析 该元素原子的核外 K、L、M 层排布的电子数为 2、8、4，核外有 14 个电子，故该原子核内质子数为 14。

课堂小结 · 即时达标

建体系 · 固双基



■ 即时达标

1. 在原子中，下列关系式一定正确的是()

A. 质子数=核电荷数

B. 相对原子质量=质子数+中子数

C. 质子数≠中子数

D. 相对原子质量=质子数+核外电子数

答案 A

解析 原子的相对原子质量近似等于其质量数，原子中质子数可能等于中子数。

2. 联合国宣布 2019 年为“国际化学元素周期表年”，我国的刘庄教授为汞元素的代言人。下列关于 $^{198}\text{80Hg}$ 的说法中，错误的是()

A. 质子数为 80

B. 质量数为 278

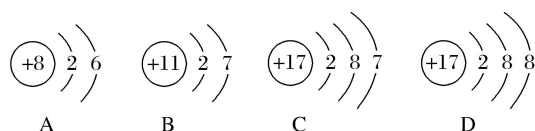
C. 中子数为 118

D. 核外电子数为 80

答案 B

解析 $^{198}\text{80Hg}$ 的质子数为 80，质量数为 198，中子数 = 质量数 - 质子数 = 198 - 80 = 118，核外电子数 = 质子数 = 80，综上，A、C、D 正确，B 错误。

3. 下列微粒结构示意图中，不正确的是()



答案 B

解析 A 中核电荷数和核外电子数都是 8，这是氧原子的结构示意图，正确；B 中核电荷数为 11，这是 Na 的原子核，钠原子的核外有 11 个电子，钠元素的最高化合价为 +1 价， Na^+ 的核外应有 10 个电子，而图中核外只有 9 个电子，错误；C 中核电荷数和核外电子数都是 17，这是氯原子的结构示意图，正确；D 中核电荷数和核外电子数分别是 17 和 18，这是 Cl^- 的结构示意图，正确。

4. $^{131}_{53}\text{I}$ 是常规核裂变产物之一，可以通过测定大气或水中 $^{131}_{53}\text{I}$ 的含量变化来检测核电站是否发生放射性物质泄漏。下列有关 $^{131}_{53}\text{I}$ 的叙述正确的是()

- A. $^{131}_{53}\text{I}$ 的原子核内中子数多于质子数
- B. $^{131}_{53}\text{I}$ 的核电荷数为 131
- C. $^{131}_{53}\text{I}$ 的原子核外电子数为 78
- D. $^{131}_{53}\text{I}$ 的化学性质与 $^{127}_{53}\text{I}$ 不同

答案 A

解析 该原子的质子数为 53，中子数为 $131 - 53 = 78 > 53$ ，A 项正确； $^{131}_{53}\text{I}$ 的核电荷数为 53，B 项错误；该原子中，质子数 = 核外电子数 = 53，C 项错误； $^{131}_{53}\text{I}$ 与 $^{127}_{53}\text{I}$ 的质子数、核外电子数及核外电子排布完全相同，故它们的化学性质基本相同，D 项错误。

5. 根据下列叙述，写出元素名称并画出原子结构示意图。

信息	元素名称	原子结构示意图
A 元素原子核外 M 层电子数是 L 层电子数的一半		
B 元素原子最外层电子数是次外层电子数的 1.5 倍		
C 元素 +1 价离子 C^+ 的电子层排布与 Ne 相同		

D 元素原子次外层电子数是最外层电子数的 $\frac{1}{3}$

答案 (从左到右, 从上到下) 硅 $\begin{array}{c} (+14) \\ \curvearrowright 2 \\ \curvearrowright 8 \\ \curvearrowright 4 \end{array}$ 硼 $\begin{array}{c} (+5) \\ \curvearrowright 2 \\ \curvearrowright 3 \end{array}$ 钠 $\begin{array}{c} (+11) \\ \curvearrowright 2 \\ \curvearrowright 8 \\ \curvearrowright 1 \end{array}$ 氧 $\begin{array}{c} (+8) \\ \curvearrowright 2 \\ \curvearrowright 6 \end{array}$

解析 L 层有 8 个电子, 则 M 层有 4 个电子, 故 A 为硅 $\begin{array}{c} (+14) \\ \curvearrowright 2 \\ \curvearrowright 8 \\ \curvearrowright 4 \end{array}$ 。当次外层为 K

层时, B 元素原子最外层电子数则为 3, 是硼 $\begin{array}{c} (+5) \\ \curvearrowright 2 \\ \curvearrowright 3 \end{array}$; 当次外层为 L 层时, B 元素原子最外层电子数为 $1.5 \times 8 = 12$, 违背了排布规律, 故不可能。C 元素原子的

质子数为 $10 + 1 = 11$, 故为钠。当次外层为 K 层时, D 为氧 $\begin{array}{c} (+8) \\ \curvearrowright 2 \\ \curvearrowright 6 \end{array}$; 当次外层为 L 层时, 最外层则有 24 个电子, 故不可能。

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. 我国科学家首次合成了三种新原子, 其中一种的名称是铪-185 (^{185}Hf)。关于铪-185 的说法正确的是()

- A. 铪-185 的原子核内有 72 个电子
- B. 其中子数比电子数多 41
- C. 铪-180 的原子核内有 72 个中子
- D. 铪-185 的原子核内有 185 个质子

答案 B

解析 A. 原子核是由质子和中子构成的, 无电子, 故 A 错误; B. ^{185}Hf 中子数 $= 185 - 72 = 113$, $113 - 72 = 41$, 故 B 正确; D. ^{185}Hf 的质量数为 185, 质子数为 72, 故 D 错误。

2. 下列关于核外电子排布的说法中不正确的是()

- A. 第二电子层最多可容纳的电子数为 8
- B. 次外层最多可容纳的电子数为 18
- C. 最多可容纳 2 个电子的电子层一定是第一电子层
- D. 最多可容纳 8 个电子的电子层一定是第二电子层

答案 D

解析 根据核外电子排布规律可知，第二电子层最多可容纳的电子数为 8，A 正确；次外层最多可容纳的电子数为 18，B 正确；最多可容纳 2 个电子的电子层一定是第一电子层，即 K 层，C 正确；由于最外层电子数不超过 8，因此最多可容纳 8 个电子的电子层不一定是第二电子层，D 错误。

3. 科学界近年发现两种粒子：第一种只由四个中子构成，称为“四中子”，也称“零号元素”；第二种是由四个氧原子构成的分子。下列有关这两种粒子的说法中，不正确的是()

- A. “零号元素”微粒的质量(原子的质量) \approx ${}^4_2\text{He}$
- B. “零号元素”的核电荷数为 0，质量数为 4
- C. 一定条件下， O_4 转化为 O_3 或 O_2 的变化属于化学变化
- D. 相同质量的 O_4 、 O_3 、 O_2 ，分子的物质的量之比 $=2:3:4$

答案 D

解析 A. “零号元素”微粒的质量数为 4，He 的质量数为 4，则“零号元素”的原子质量 \approx ${}^4_2\text{He}$ 的原子质量，故 A 正确；B. “零号元素”只由四个中子构成，则其核电荷数为 0，质量数为 4，故 B 正确；C. O_4 转化为 O_3 或 O_2 的变化有新物质生成，属于化学变化，故 C 正确；D. O_4 、 O_3 、 O_2 的摩尔质量分别为 64 g/mol、48 g/mol、32 g/mol，根据 $n = \frac{m}{M}$ 可知，质量相等时， O_4 、 O_3 、 O_2 的物质的量与摩尔质量成反比，其物质的量之比为 $\frac{1}{64} : \frac{1}{48} : \frac{1}{32} = 3 : 4 : 6$ ，故 D 错误。

4. 2016 年 IUPAC 命名 118 号元素为 Og，该元素的一种原子为 ${}^{294}_{118}\text{Og}$ 。下列叙述不合理的是()

- A. 该原子核外有 118 个电子
- B. 该原子质子数是 118
- C. 该原子的中子数为 294
- D. 该原子的中子数比质子数多 58

答案 C

解析 原子中，质子数 = 核外电子数，原子符号左下角的数字表示质子数，所以该原子的质子数是 118，核外有 118 个电子，故 A、B 正确；原子符号左下角的数字表示质子数，左上角数字表示质量数，中子数 = 质量数 - 质子数，则该原子的中子数为 $294 - 118 = 176$ ，故 C 错误；中子数 176，质子数 118， $176 - 118 =$

A. N_A

B. $2N_A$

C. $6N_A$

D. $10N_A$

答案 C

解析 该水的摩尔质量为 $22 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，所以 11 g 该水中含有水分子 0.5 mol ，D 原子的中子数为 1， ^{18}O 原子的中子数为 10，所以 11 g 这种水中含有的中子数为 $6N_A$ 。

9. 工业焊接钢管常用 ^{137}Cs 进行“无损探伤”。下列有关说法正确的是()

①137 表示质量数

②137 表示中子数

③该原子质子数大于中子数

④该原子的 K、L 层共容纳了 10 个电子

A. ①②

B. ②③

C. ③④

D. ①④

答案 D

解析 ①左上角的数字为质量数，137 表示质量数，故正确；②137 表示质量数，故错误；③ ^{137}Cs 质子数为 55，中子数 = 质量数 - 质子数 = $137 - 55 = 82$ ， $82 > 55$ ，质子数小于中子数，故错误；④K 层 2 个电子，L 层 8 个电子共容纳了 10 个电子，故正确。

10. 下列说法中肯定错误的是()

①某原子 K 层上只有一个电子

②某原子 M 层上电子数为 L 层上电子数的 4 倍

③某离子 M 层上和 L 层上的电子数均为 K 层的 4 倍

④某原子的核电荷数与最外层电子数一定不相等

A. ①②

B. ②③

C. ①③

D. ②④

答案 D

解析 K、L、M 电子层上最多容纳的电子数分别为 2、8、18，K 层上可排 1 个电子，也可排 2 个电子，①正确；当 M 层上排有电子时，L 层上一定排满了 8 个电子，而 M 层上最多只能排 18 个电子，又 $18 < 8 \times 4$ ，②错误；K 层上最多只

能排 2 个电子, $2 \times 4 = 8$, 即存在 M 层和 L 层都为 8, ③正确; 当 K 层作为最外层电子层, 原子的核电荷数与最外层电子数相等, 如 H、He, ④错误。

11. 核内中子数为 N 的 R^{2+} , 质量数为 A , 则它的 n g 氧化物中所含质子的物质的量是()

A. $\frac{n}{A+16}(A-N+8)$ mol

B. $\frac{n}{A+16}(A-N+10)$ mol

C. $(A-N+Z)$ mol

D. $\frac{n}{A}(A-N+6)$ mol

答案 A

解析 化学变化中质子数、中子数均不变, 故 R^{2+} 的质量数为 A , 中子数 N , 则 R 原子的质量数也为 A , 中子数也为 N , 故 R 原子的质子数为 $A-N$, 二价 R^{2+} 的氧化物为 RO, 摩尔质量为 $(A+16)$ g·mol⁻¹, n g RO 的物质的量为 $\frac{n}{16+A}$ mol。

1 mol RO 中含质子 $(A-N+8)$ mol, 故 n g RO 中含质子为 $\frac{n}{16+A}(A-N+8)$ mol。

故 B、C、D 错误, A 正确。

12. 有 A、B 两种原子, A 原子的 M 层比 B 原子的 M 层少 3 个电子, B 原子的 L 层电子数恰为 A 原子 L 层电子数的 2 倍, A 和 B 分别是()

A. 硅原子和钠原子

B. 硼原子和氢原子

C. 碳原子和铝原子

D. 氮原子和氧原子

答案 C

解析 A 原子的 M 层比 B 原子的 M 层少 3 个电子, B 原子的 L 层电子数恰为 A 原子 L 层电子数的 2 倍, 说明 A、B 为第二、第三周期元素; L 层最多排 8 个电子, B 原子的 L 层电子数恰为 A 原子 L 层电子数的 2 倍, 说明 B 原子 L 层有 8 个电子, A 原子的 L 层有 4 个电子, 故 A 是碳; A 原子的 M 层比 B 原子的 M 层少 3 个电子, 故 B 为铝。

二、非选择题(本题包括 3 小题)

13. 据报道, 某些花岗岩会产生氡($^{222}_{86}\text{Rn}$), 从而对人体产生伤害。请回答:

(1) 该原子的质量数是_____, 质子数是_____, 中子数是_____。

(2) 研究发现, 镭能蜕变为 $^{222}_{86}\text{Rn}$, 故将 $^{222}_{86}\text{Rn}$ 称为镭射气; 钍能蜕变为 $^{222}_{86}\text{Rn}$,

故将 $^{220}_{86}\text{Rn}$ 称为钷射气；铀能蜕变为 $^{219}_{86}\text{Rn}$ ，故将 $^{219}_{86}\text{Rn}$ 称为铀射气。 $^{222}_{86}\text{Rn}$ 、 $^{220}_{86}\text{Rn}$ 、 $^{219}_{86}\text{Rn}$ _____。

A. 属于同种元素

B. 中子数相同

C. 质量数不同

(3)由(2)知_____决定元素种类，_____决定原子种类。

答案 (1)222 86 136 (2)AC (3)质子数 质子数和中子数

解析 (1) $^{222}_{86}\text{Rn}$ 的质量数是 222，质子数是 86，中子数是 $222 - 86 = 136$ 。

(2) $^{222}_{86}\text{Rn}$ 、 $^{220}_{86}\text{Rn}$ 、 $^{219}_{86}\text{Rn}$ 的质子数相同，属于同种元素，但三者的中子数不同，质量数不同。

(3)其中质子数决定元素种类；质子数和中子数共同决定原子种类。

14. 用 ${}^A_Z\text{X}$ 表示原子：

(1)中性原子的中子数 $N = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(2) ${}^A\text{X}^{n+}$ 共有 x 个电子，则该阳离子的中子数 $N = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(3) ${}^A\text{X}^{n-}$ 共有 x 个电子，则该阴离子的中子数 $N = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(4) $^{12}\text{C}^{16}\text{O}_2$ 分子中的中子数 $N = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(5) A^{2-} 原子核内有 x 个中子，其质量数为 m ，则 $n \text{ g } \text{A}^{2-}$ 所含电子的物质的量为 _____。

答案 (1) $A - Z$ (2) $A - x - n$ (3) $A - x + n$

(4)22 (5) $\frac{n(m-x+2)}{m} \text{ mol}$

解析 (1)根据“质子数 + 中子数 = 质量数”的关系，得 $N = A - Z$ 。(2) ${}^A\text{X}^{n+}$ 共有 x 个电子，中性原子 X 的电子数为 $x + n$ ，则 $N = A - x - n$ 。(3) ${}^A\text{X}^{n-}$ 共有 x 个电子，中性原子 X 的电子数为 $x - n$ ，则 $N = A - x + n$ 。(4) $^{12}\text{C}^{16}\text{O}_2$ 分子中的中子数为 $6 + 8 + 8 = 22$ 。(5) A^{2-} 所含电子数为 $m - x + 2$ ，则 $n \text{ g } \text{A}^{2-}$ 所含电子的物质的量为 $\frac{n(m-x+2)}{m} \text{ mol}$ 。

15. 已知 A、B、C 三种元素的原子中，质子数为 $A < B < C$ ，且都小于 18，A 元素的原子最外层电子数是次外层电子数的 2 倍；B 元素的原子核外 M 层电子数是 L 层电子数的一半；C 元素的原子次外层电子数比最外层电子数多 1 个。试推

断:

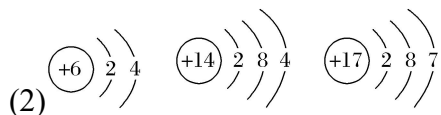
(1)三种元素的名称和符号:

A _____, B _____, C _____。

(2)画出三种元素的原子结构示意图:

A _____, B _____, C _____。

答案 (1)碳 C 硅 Si 氯 Cl



解析 由 A 元素的原子最外层电子数是次外层电子数的 2 倍,可知 A 是碳元素; B 元素的原子核外 M 层电子数是 L 层电子数的一半,可知 B 为硅元素; C 元素的原子次外层电子数比最外层电子数多 1 个,可知 C 应为氯元素。