

# MINGSHI KETANG

名师教你学化学

名师课堂

高一化学 第一学期（试用本）

国内首创互联网多媒体教辅

《名师课堂》  
每周一次  
买一本书  
上网 址

让你在名师的指导下学习  
网上授课让本书的作用达到最大  
就可以聆听每周一次的名师授课  
[www.yikeyilian.com](http://www.yikeyilian.com)

主编◎朱云祖

## 图书在版编目(CIP)数据

名师课堂. 高一化学. 第一学期: 试用本/朱云祖主编. —上海: 华东师范大学出版社, 2006. 6

ISBN 7-5617-4650-4

I. 名... II. 朱... 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(2006)第 026540 号

## 名师课堂

### 高一化学(试用本)(第一学期)

主 编/朱云祖  
策划编辑/郑国雄 李金凤  
文字编辑/张卫东  
封面设计/黄惠敏  
版式设计/蒋 克

出版发行 华东师范大学出版社  
社 址 上海市中山北路 3663 号 邮编 200062  
电 话 021-62450163 转各部 行政传真 021-62572105  
网 址 [www.ecnupress.com.cn](http://www.ecnupress.com.cn) [www.hdsdbook.com.cn](http://www.hdsdbook.com.cn)  
市 场 部 传真 021-62860410 021-62602316  
邮购零售 电话 021-62869887 021-54340188

|       |                           |
|-------|---------------------------|
| 印 刷 者 | 印刷厂                       |
| 开 本   | 787×1092 16 开             |
| 印 张   | 9.75                      |
| 字 数   | 230 千字                    |
| 版 次   | 2006 年 6 月第一版             |
| 印 次   | 2006 年 6 月第一次             |
| 印 数   |                           |
| 书 号   | ISBN 7-5617-4650-4/G·2719 |
| 定 价   | 16.00 元                   |

出 版 人 朱杰人

(如发现本版图书有印订质量问题,请寄回本社市场部调换或电话 021-62865537 联系)



|            |                          |
|------------|--------------------------|
| <b>1</b>   | <b>第一章 打开原子世界的大门</b>     |
| 1          | 第 1 周 物质的量               |
| 9          | 第 2 周 原子结构模型 同位素         |
| 17         | 第 3 周 原子核外电子排布           |
| <b>25</b>  | <b>第二章 开发海水中的卤素资源</b>    |
| 25         | 第 4 周 以食盐为原料的化工产品        |
| 36         | 第 5 周 海水中的氯              |
| 50         | 第 6 周 从海水中提取溴、碘          |
| 62         | 第 7 周 氧化还原反应             |
| 73         | 第 8 周 有关化学反应的计算          |
| 83         | 第 9 周 期中测试               |
| <b>89</b>  | <b>第三章 探索分子构建的奥秘</b>     |
| 89         | 第 10 周 金刚石是最硬的物质吗        |
| 97         | 第 11 周 原子是怎样构建“分子大厦”的(一) |
| 105        | 第 12 周 原子是怎样构建“分子大厦”的(二) |
| <b>115</b> | <b>第四章 剖析物质变化中的能量变化</b>  |
| 115        | 第 13 周 物质在溶解过程中有能量变化吗    |
| 125        | 第 14 周 化学变化中的能量变化        |
| 136        | 第 15 周 期末测试              |
| <b>141</b> | <b>参考答案</b>              |

# 第一章 打开原子世界的大门



## 第1周 物质的量



### 【知识与方法】

#### 1. 物质的量与摩尔

(1) 物质的量 “物质的量”与“长度”、“质量”等一样,都是基本的物理量,其单位摩尔是国际单位制(SI)中的 7 个基本单位之一。

(2) 物质的量的常用符号  $n$

(3) 物质的量的单位 摩尔,可简称摩,常用符号为 mol。

(4) 摩尔(mol) 国际上统一规定以  $0.012\text{ kg}$  的碳-12 中所含的原子数作为 1 摩尔(1 mol),其中所含的原子数为阿伏加德罗常数。

(5) 阿伏加德罗常数 经实验测定精确值为  $6.022\,136\,7 \pm 0.000\,003\,6 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 。常用符号  $N_A$  表示阿伏加德罗常数,近似值为  $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 。

(6) 物质的量( $n$ )与微粒数( $N$ )之间的关系:

$$n = \frac{N}{N_A} \quad \text{或} \quad N = N_A \cdot n$$

**例 1** 在  $2.5\text{ mol}$  氢气中( )。

- (A) 含有 5 个氢原子
- (B) 含  $2.5\text{ mol}$  氢原子
- (C) 约含  $2.5 \times 6.02 \times 10^{23}$  个氢分子
- (D) 约含  $2.5 \times 6.02 \times 10^{23}$  个氢原子

答案 (C)。

**解析** (1) 使用摩尔时,应明确所指的基本单元(分子、原子、离子或电子等微粒)。本题所指的基本单元是氢气分子。

(2) 含有阿伏加德罗常数( $6.02 \times 10^{23}$ )个微粒的物质的量,称为 1 摩(1 mol)。在  $2.5\text{ mol}$  氢气( $\text{H}_2$ )中含有  $2.5 \times 6.02 \times 10^{23}$  个氢气( $\text{H}_2$ )分子。

(3) 注意 “ $0.5\text{ mol}$  的氢中含有多少个氢原子?”,上述提法是不正确的,因为未指明基本单元是氢分子还是氢原子。

国际单位制(SI)的 7 个基本单位:

- ① 长度:米(m)
- ② 质量:千克(kg)
- ③ 时间:秒(s)
- ④ 电流:安[培](A)
- ⑤ 热力学温度:开[尔文](K)
- ⑥ 物质的量:摩[尔](mol)
- ⑦ 发光强度:坎[德拉](cd)

碳-12 原子:指原子核内含 6 个质子和 6 个中子的一种碳原子。

思考:

在  $0.5\text{ mol}$  氢气中含有多少个氢原子?

注意:

$$M(\text{C}) = 12 \text{ g/mol}.$$

而 1 mol 碳-12 的质量为 12 g。

说明:

对那些不是由分子构成的物质,表示其组成的式子称化学式,根据化学式及相对原子质量计算出的量称式量。

## 2. 摩尔质量

(1) 摩尔质量 1 mol 物质具有的质量叫做摩尔质量。

(2) 符号与单位 摩尔质量的符号是  $M$ 。常用单位为克每摩尔 ( $\text{g/mol}$  或写成  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )。

(3) 怎样确定某物质的摩尔质量?

① 某原子的摩尔质量,数值上等于其元素的相对原子质量,单位为  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。例如:

碳-12 的摩尔质量为,  $M(\text{C}) = 12 \text{ g/mol}$ 。

氧原子的摩尔质量为,  $M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}$ 。

铁原子的摩尔质量为,  $M(\text{Fe}) = 56 \text{ g/mol}$ 。

② 某物质的摩尔质量,数值上等于其相对分子质量 ( $M_r$ ) 或式量,单位为  $\text{g/mol}$ 。例如:

氢气的摩尔质量为,  $M(\text{H}_2) = 2 \text{ g/mol}$ 。

氯气的摩尔质量为,  $M(\text{Cl}_2) = 71 \text{ g/mol}$ 。

二氧化碳的摩尔质量为,  $M(\text{CO}_2) = 44 \text{ g/mol}$ 。

氯化钠的摩尔质量为,  $M(\text{NaCl}) = 58.5 \text{ g/mol}$ 。

(4) 质量 ( $m$ )、物质的量 ( $n$ ) 与摩尔质量 ( $M$ ) 的相互关系

$$n = \frac{m}{M} \quad \text{或} \quad m = M \cdot n$$

**例 2** (1) 二氧化硫的摩尔质量是\_\_\_\_\_。

(2) 现有 32 g 二氧化硫,物质的量是\_\_\_\_\_。

(3) 在 32 g 二氧化硫中,氧原子的物质的量是\_\_\_\_\_。

(4) 在 32 g 二氧化硫中,含二氧化硫的分子数是\_\_\_\_\_。

(5) 等质量的二氧化硫与三氧化硫中,所含氧原子的个数之比是\_\_\_\_\_。

答案 (1) 64 g/mol (2) 0.5 mol (3) 1 mol (4)  $3.01 \times 10^{23}$

(5) 5 : 6

说明:

因为  $N = n \cdot N_A$ ,

所以①两种物质的物质的量相等,所含微粒数也相等;②两种物质的物质的量之比,等于两种物质内所含微粒数之比,即

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

解析 (2)  $n(\text{SO}_2) = \frac{m(\text{SO}_2)}{M(\text{SO}_2)} = \frac{32 \text{ g}}{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.5 \text{ mol}$

(3)  $n(\text{O}) = 0.5 \text{ mol} \times 2 = 1 \text{ mol}$

(4)  $N(\text{SO}_2) = n \cdot N_A = 0.5 \text{ mol} \times 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 3.01 \times 10^{23}$

(5) 设  $m(\text{SO}_2)$  与  $m(\text{SO}_3)$  都为  $a \text{ g}$ 。

$M(\text{SO}_2) = 64 \text{ g/mol}$        $M(\text{SO}_3) = 80 \text{ g/mol}$

$n(\text{SO}_2) = \frac{a \text{ g}}{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = \frac{a}{64} \text{ mol}$

$n(\text{SO}_3) = \frac{a \text{ g}}{80 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = \frac{a}{80} \text{ mol}$

等质量的  $\text{SO}_2$  与  $\text{SO}_3$  中,所含氧原子数之比:

$$\frac{a}{64} \text{ mol} \times 2 : \frac{a}{80} \text{ mol} \times 3 = 5 : 6$$

### 3. 质量、物质的量与物质微粒数之间的相互关系

质量表示可以称量的宏观物质的多少,物质微粒数表示物质中肉眼不可见的微观粒子的多少,而物质的量像一座“桥梁”,把宏观物质的质量与微观粒子的数量互相联系起来。

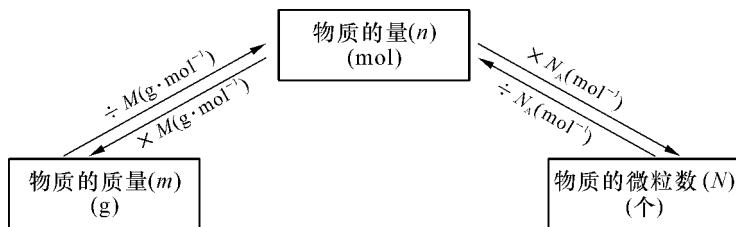


图 1.1.1 物质的量联接质量与微粒数

**例 3** 下列数量的各物质中,所含原子数由多到少顺序排列的是

( )。

- |              |             |
|--------------|-------------|
| ① 0.5 mol 氮气 | ② 3.4 g 氨气  |
| ③ 4℃时,9 mL 水 | ④ 4.9 g 磷酸  |
| (A) ①>②>③>④  | (B) ③>①>②>④ |
| (C) ①>③>②>④  | (D) ③>①>④>② |

答案 (B)。

**解析** 比较各物质中所含原子数的多少,可通过比较各物质中所含原子的物质的量求解。

- ① 0.5 mol  $\text{N}_2$  中,含原子的总物质的量为:  $0.5 \text{ mol} \times 2 = 1 \text{ mol}$   
 ② 3.4 g  $\text{NH}_3$  中,含原子的总物质的量为:

$$\frac{3.4 \text{ g}}{17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 4 = 0.8 \text{ mol}$$

- ③ 4℃时 9 mL 水为 9 g,其中含原子的总物质的量为:

$$\frac{9 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 3 = 1.5 \text{ mol}$$

- ④ 4.9 g  $\text{H}_3\text{PO}_4$  中,含原子的总的物质的量为:

$$\frac{4.9 \text{ g}}{98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 8 = 0.4 \text{ mol}$$

### 4. 利用物质的量求物质的化学式

**例 4** 0.2 mol 某碳氢化合物,在空气中完全燃烧后,生成二氧化碳 8.8 g,水 7.2 g,求该碳氢化合物的化学式。

说明:

1 个分子中含原子总数为  $x$ ,则 1 mol 该分子含原子总量为  $x \text{ mol}$ 。即物质的微粒数之比等于其物质的量之比。

解 8.8 g CO<sub>2</sub> 中,含:

$$n(\text{C}) = \frac{8.8 \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 1 = 0.2 \text{ mol}$$

7.2 g H<sub>2</sub>O 中,含:  $n(\text{H}) = \frac{7.2 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 = 0.8 \text{ mol}$

$$\begin{aligned} n(\text{C}_x\text{H}_y) : n(\text{C}) : n(\text{H}) &= 0.2 \text{ mol} : 0.2 \text{ mol} : 0.8 \text{ mol} \\ &= 1 : 1 : 4 \end{aligned}$$

答 该化合物的化学式为 CH<sub>4</sub>。



### 【拓展与提高】

利用物质的量进行化学方程式的计算是中学化学计算中最广泛、最重要的计算。题目类型繁多,解题方法多种多样,本讲先介绍两种解题方法。

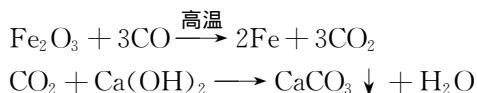
#### 〔关系式法〕

适用于多步反应或相关反应的一种计算方法。根据化学方程式中各物质化学计量数,寻找始态反应物与终态生成物间的物质的量的关系,然后列式求解。

#### 1. 对多步反应的计算运用“关系式”法求解

**例 5** 现有 0.40 g 赤铁矿跟足量的一氧化碳在高温下反应(杂质不反应),将生成的气体全部通入足量的澄清石灰水中,过滤出沉淀物质 0.6 g,求赤铁矿中含氧化铁的质量分数。

解 设赤铁矿中 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的质量分数为  $x$ 。



$$\begin{array}{lcl} \text{关系式: } \text{Fe}_2\text{O}_3 & \sim & 3\text{CO}_2 \sim 3\text{CaCO}_3 \\ 1 \text{ mol} & & 3 \text{ mol} \\ \frac{0.40 \cdot x}{160} \text{ mol} & & \frac{0.6}{100} \text{ mol} \\ \frac{1}{\frac{0.40x}{160}} = \frac{3}{\frac{0.6}{100}} & & x = 0.80 = 80\% \end{array}$$

答 该赤铁矿中氧化铁的质量分数为 80%。

#### 〔守恒法〕

守恒法是中学化学计算中应用最广的一种方法。常见的守恒关系有:①元素质量守恒,②原子的物质的量守恒,③电子得失守恒(运用在氧化还原反应中),④离子电荷守恒(运用在电解质溶液中)。

#### 2. 对混合物的计算运用“守恒法”求解

**例 6** 在密闭容器中放入 6 g 碳和 11.2 g 氧气,用电火花点燃使其充分反应,反应后在密闭容器中有一氧化碳及二氧化碳各多少克?

解 设反应后 CO 的物质的量为  $x$ , CO<sub>2</sub> 的物质的量为  $y$ 。

$$\begin{cases} x + y = \frac{6}{12} \text{ mol} & (\text{碳原子守恒}) \\ x + 2y = \frac{11.2}{32} \times 2 \text{ mol} & (\text{氧原子守恒}) \end{cases}$$

解得:  $\begin{cases} x = 0.3 \text{ mol} \\ y = 0.2 \text{ mol} \end{cases}$

$$m(\text{CO}) = 0.3 \text{ mol} \times 28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 8.4 \text{ g}$$

$$m(\text{CO}_2) = 0.2 \text{ mol} \times 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 8.8 \text{ g}$$

答 反应后一氧化碳有 8.4 g, 二氧化碳有 8.8 g。



## [ 周末训练 ]

一、选择题(每小题只有一个答案)

- 下列关于摩尔概念的叙述中,正确的是( )。
  - 摩尔是表示物质的质量的单位,每摩物质含有阿伏加德罗常数克的质量
  - 摩尔是表示物质的数量的单位,每摩物质含有阿伏加德罗常数个微粒
  - 摩尔是表示物质的量的单位,每摩物质含有阿伏加德罗常数个微粒
  - 摩尔是表示物质的量的单位,每摩物质含有阿伏加德罗常数个分子或原子
- 下列叙述中,错误的是( )。
  - 1 mol 硫酸中含有 4 mol 氧原子
  - 硫酸的摩尔质量是 98 g
  - $6.02 \times 10^{23}$  个硫酸分子的质量是 98 g
  - 0.5 mol 硫酸中含有 1 g 氢元素
- 下列各组物质中,所含分子数目相等的是( )。
  - 28 g 一氧化碳与 16 g 氧气
  - 2 g 氢气与 71 g 氯化氢气体
  - 2.5 mol 氯化氢气体与 245 g 硫酸
  - 32 g 氧气与 56 g 一氧化碳
- 质量相等的下列各种物质中,含分子数最少的是( )。
  - $\text{H}_2\text{O}$
  - $\text{Cl}_2$
  - $\text{SO}_2$
  - $\text{NO}_2$
- 下列各物质中,质量最大的是( )。
  - 5 mol 氢气
  - $6.02 \times 10^{22}$  个硫酸分子
  - 0.5 mol 二氧化硫
  - $1.204 \times 10^{24}$  个一氧化碳分子
- 下列各物质中,含氧原子数目最多的是( )。
  - 4 g  $\text{SO}_3$
  - 4.4 g  $\text{CO}_2$
  - 4.9 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$
  - 5 g  $\text{H}_3\text{PO}_4$
- $x$  g  $\text{SO}_2$  与  $y$  g  $\text{SO}_3$  所含的氧原子数恰好相等,则  $x : y$  等于( )。
  - 2 : 3
  - 3 : 2
  - 5 : 6
  - 6 : 5
- 等质量的  $\text{NO}_2$  与  $\text{N}_2\text{O}_3$  中,所含氧原子的物质的量之比为( )。
  - 23 : 28
  - 3 : 2
  - 2 : 3
  - 69 : 76
- 将 0.3 mol 氯气跟金属 R 完全反应,生成 0.2 mol 氯化物  $\text{RCl}_n$ , 则  $n$  为( )。
  - 1
  - 2
  - 3
  - 4
- 等质量的金属镁与金属铝分别与足量的盐酸反应,产生氢气的物质的量之比为( )。
  - 8 : 9
  - 9 : 8
  - 3 : 4
  - 4 : 3
- 下列叙述中,不正确的是( )。

- (A) 质量相等的氧气和臭氧中,所含的原子个数不相等  
 (B) 物质的量相等氧气和臭氧中,所含的分子个数相等  
 (C) 一氧化碳的摩尔质量与氮气的摩尔质量基本相等  
 (D) 质量相等的一氧化碳和二氧化碳中,所含的碳原子不相等
12. 若  $w$  g 氮气中含有  $a$  个氮气分子,则阿伏加德罗常数  $N_A$  可表示为( )。
- (A)  $\frac{28a}{w}$  (B)  $\frac{28w}{a}$  (C)  $\frac{a}{28w}$  (D)  $\frac{w}{28a}$
13. 一个碳-12 原子的质量为  $a$  g,某氯原子的质量是  $d$  g,若用  $N_A$  表示阿伏加德罗常数,则下列说法中正确的是( )。
- (A)  $m$  g 氯气中,所含氯原子数为  $\frac{m \cdot N_A}{71}$   
 (B)  $n$  g 氯气中,所含氯原子的物质的量为  $\frac{n}{dN_A}$  mol  
 (C) 该氯原子的摩尔质量是  $dN_A$  g  
 (D) 该氯原子的摩尔质量是  $\frac{d}{N_A}$  g/mol
14. 在体积为  $V$  L 的密闭容器通入  $a$  mol NO 和  $c$  mol  $O_2$ ,两者发生反应:  $2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$ ,反应后容器内氮原子与氧原子的个数比为( )。
- (A)  $a : c$  (B)  $a : 2c$  (C)  $a : (a + 2c)$  (D)  $a : 2(a + c)$
15. 在一定体积的密闭容器中加入 1.5 mol 氙气(Xe)和 7.5 mol 氟气( $F_2$ ),于  $400^\circ\text{C}$  和 2 633 kPa 压强下加热数小时,然后迅速冷却至  $25^\circ\text{C}$ ,容器内得到一种无色晶体,还余下 4.5 mol 氟气,则所得晶体中,氙原子与氟原子的个数比为( )。
- (A) 1 : 2 (B) 1 : 3 (C) 1 : 4 (D) 1 : 5
16.  $w$  g 某二价金属 R 溶于足量盐酸中,生成氢气为  $a$  mol,则 R 的相对原子质量可表示为( )。
- (A)  $\frac{2w}{a}$  (B)  $\frac{w}{2a}$  (C)  $\frac{2a}{w}$  (D)  $\frac{w}{a}$
17. 某种氮和氧组成的化合物中,氮元素与氧元素的质量比为 7 : 20,则该化合物的化学式为( )。
- (A)  $N_2O$  (B) NO (C)  $N_2O_3$  (D)  $N_2O_5$

## 二、填空题

18. 填写下表中的空格:

| 物质(或微粒) | 质量(g) | 摩尔质量(g/mol) | 物质的量(mol) | 指定的微粒数(个)             |
|---------|-------|-------------|-----------|-----------------------|
| 氮 气     | 42    |             |           |                       |
| 氢分子     |       |             |           | $3.01 \times 10^{22}$ |
| 铜原子     |       |             | 0.5       |                       |
| 氢氧根     | 34    |             |           |                       |

19. (1) 将 0.4 mol 氯酸钾与少量二氧化锰共热,可生成氧气的物质的量为\_\_\_\_\_。

(2) 若要生成上述数量的氧气,则需要加热\_\_\_\_\_mol 的高锰酸钾制得。

20. 跟 9.8 g 硫酸中含相同数目氢原子的磷酸的物质的量为\_\_\_\_\_,其质量为\_\_\_\_\_。

21. (1) 等质量的 NO 与  $\text{N}_2\text{O}_3$  中,所含氧原子的数目之比为\_\_\_\_\_。

(2) 含相同数目氧原子的 NO 与  $\text{N}_2\text{O}_3$ ,其物质的质量之比为\_\_\_\_\_。

### 三、计算题

22. 如果  $x$  个原子构成的  $\text{NH}_3$  的质量为  $m$  g,求  $2m$  g  $\text{H}_2\text{S}$  中含有的分子数为多少?

(用含  $x$  的代数式表示)

23. 某 0.1 mol 碳氢化合物在空气中充分燃烧,得到二氧化碳 13.2 g 和水 7.2 g,求该碳氢化合物的化学式。

24. (1) 将 16 g 氢氧化钠溶于适量水配成溶液,为了中和这些氢氧化钠,需要消耗硫酸多少摩尔?
- (2) 将上题中得到的硫酸稀溶液跟足量的金属铝反应,可生成多少摩尔的氢气?
- (3) 为了跟这些氢气恰好完全反应,需要的氧气将由多少摩尔的氯酸钾与少量的二氧化锰共热制得?

25. 已知红磷在氯气中反应:  $2\text{P} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{PCl}_3$ ,  $\text{PCl}_3 + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{PCl}_5$ 。
- 若将 6.2 g 红磷跟 0.36 mol 氯气放在一个密闭容器中,用电火花点燃后充分反应,则生成的产物中  $\text{PCl}_3$  与  $\text{PCl}_5$  各为多少摩尔?

## 第2周 原子结构模型 同位素



### 【知识与方法】

#### 1. 古典原子论与近代原子论

古希腊哲学家德谟克利特提出古典原子论,他认为物质都是由极小的称为原子的微粒所构成,物质分割到原子就不可再分了。

19 世纪初,英国物理学家和化学家道尔顿提出近代原子论,其要点为:(1) 化学元素均由不可再分的微粒(即原子)构成;

(2) 原子在一切化学变化中均保持其不可再分性;

(3) 同种元素的原子在质量和性质上都相同,不同元素的原子在质量和性质上都不相同;

(4) 不同元素的物质化合时,这些元素的原子按简单整数比化合。

#### 2. 电子的发现与原子的葡萄干面包模型

20 世纪初,英国物理学家汤姆生在探索电子的基础上,认为原子是可分的,它也有结构,大胆提出原子的葡萄干面包模型。

#### 3. 元素放射性的发现与原子结构的行星模型

(1) 法国物理学家贝克勒尔发现元素的放射性。

(2) 铀盐三种辐射的性质:

$\left\{ \begin{array}{l} \alpha \text{ 射线——带正电的氦的阳离子}(\text{He}^{2+}), \text{即氦原子核。} \\ \beta \text{ 射线——带负电的电子流。} \\ \gamma \text{ 射线——波长很短的电磁波} \end{array} \right.$

(3) 卢瑟福是怎样提出原子结构的行星模型的?

卢瑟福用  $\alpha$  粒子去轰击金箔的实验与推理分析。

① 现象(一):绝大部分  $\alpha$  粒子都直接穿过金箔。推断:原子是中空的。

现象(二):极少数的  $\alpha$  粒子被金箔偏转,极个别  $\alpha$  粒子被直接弹回来。推断:原子中有很小的带正电荷的核。

② 经过科学计算与推理,1911 年卢瑟福提出了原子结构的行星模型。

#### 4. 同位素

(1) 同位素是指具有相同核电荷数而具有不同中子数的原子

① 同一元素的各种同位素,它们的化学性质几乎完全相同。

② 同种元素的各种天然同位素,在自然界中的原子百分数一般为定值。

思考:

古典原子论与近代原子论有什么本质上的区别?

思考:

汤姆生的葡萄干面包的原子模型虽然很快被否定,但仍然具有重要意义。请说明它的重要意义。

说明:

${}^1_1\text{H}$  称氕。

${}^2_1\text{H}$  称氘,写作 D。

${}^3_1\text{H}$  称氚,写作 T。

说明:

同种元素的各种天然同位素在自然界中的原子百分数,称为丰度。

思考:

同位素与同素异形体有什么区别?

资料:

1947 年美国化学家考门建议:将具有特定结构的原子核称为核素。同一核素是指有相同数目质子和相同数目中子的一类原子。

思考:

若某种原子(R)的质量为  $3.818 \times 10^{-23}$  g, 求该原子的相对原子质量。

5. 元素:具有相同核电荷数的一类原子的总称

${}_Z^A\text{R}$  的意义: A 表示质量数, Z 表示核电荷数(即质子数)

$$\text{质量数}(A) = \text{质子数}(Z) + \text{中子数}(N)$$

**例 1** 近代原子论的 4 个主要观点(见上述),按照现代化学理论分析,它是否合理?请逐一加以说明。

解答 ① 原子是可分的,它由更小的微粒(质子、中子和电子等)构成。

② 原子在化学变化中也可分,例如原子会失去电子变成阳离子。

③ 同种元素可以有同位素,各种同位素原子的质量是不同的。

④ 虽然极大多数的化合物是定组成的,即各元素的原子按一定简单整比结合成化合物。但是,目前科学上也发现了“非整数比”的化合物,如  $\text{Ni}_{0.97}\text{O}$ 、 $\text{Fe}_{0.95}\text{O}$  等。

综上所述,按照现代理论,近代原子论的主要观点都需要修正完善。

6. 原子质量的五种表示方式

(1) 原子的质量 例如 1 个  $^{12}\text{C}$  原子的质量是  $1.993 \times 10^{-23}$  g。

(2) 质量数 针对某种原子而言,质量数(A)=质子数(Z)+中子数(N)

(3) 同位素的相对原子质量

在数值上等于该同位素的质量  $m(\text{R})$  与  $^{12}\text{C}$  质量的  $\frac{1}{12}$  的比值:

$$\text{Ar}(\text{R}) = \frac{m(\text{R})}{m(^{12}\text{C}) \times \frac{1}{12}}$$

(4) 元素的相对原子质量

将该元素(X)所对应的各种同位素的相对原子质量,按其丰度计算的平均值。

$$\text{Ar}(\text{X}) = \text{Ar}(\text{R}_1) \times a\% + \text{Ar}(\text{R}_2) \times 6\% + \dots$$

(5) 元素的近似相对原子质量

用同位素的质量数代替同位素的相对原子质量,按其丰度计算的平均值。

**例 2** 氯元素在自然界有  $^{35}\text{Cl}$  和  $^{37}\text{Cl}$  两种同位素,它们的丰度分别为 75.77% 和 24.23%。两种同位素的相对原子质量分别为 34.969 和 36.966,求(1)氯元素的近似相对原子质量。(2)氯元素的相对原子质量。

解 (1)  $35 \times 75.77\% + 37 \times 24.23\% = 35.48 \approx 35.5$

(2)  $34.969 \times 75.77\% + 36.966 \times 24.23\% = 35.453$

答 (1) 氯元素的近似相对原子质量为 35.5。(2) 氯元素的相对原子质量为 35.453。

**例 3** 据报道,某些建筑材料(如花岗岩、大理石等)会产生放射性同位素氡 $^{222}_{86}\text{Rn}$ ,它放出的射线对人体产生伤害。该同位素原子的中子数和质子数之差是( )。

- (A) 222 (B) 136 (C) 86 (D) 50

答案 (D)。

解析 中子数( $N$ )=质量数( $A$ )-质子数( $Z$ )

$$\text{中子数}(N) = 222 - 86 = 136$$

$$136 - 86 = 50$$

**例 4** 某元素 R 有两种同位素 $^{10}\text{R}$ 与 $^{11}\text{R}$ ,已知 R 元素的近似相对原子质量为 10.8,该元素的两种同位素原子的物质的量之比为( )。

- (A) 1:3 (B) 1:4 (C) 1:5 (D) 2:3

答案 (B)。

解析 解法一:设 $^{10}\text{R}$ 同位素的原子百分数为  $x$ ,则 $^{11}\text{R}$ 同位素的原子百分数为  $1-x$ 。

$$10 \times x + 11 \times (1-x) = 10.8$$

$$x = 0.2 = 20\% \quad 1-x = 0.8 = 80\%$$

$$n(^{10}\text{R}) : n(^{11}\text{R}) = 0.2 : 0.8 = 1 : 4$$

解法二:(十字交叉法)

$$\begin{array}{ccc} ^{10}\text{R} & 10 & 11 - 10.8 = 0.2 \quad \dots\dots ^{10}\text{R} \text{ 的原子百分数} \\ & \diagdown & \diagup \\ & 10.8 & \\ & \diagup & \diagdown \\ ^{11}\text{R} & 11 & 10.8 - 10 = 0.8 \quad \dots\dots ^{11}\text{R} \text{ 的原子百分数} \end{array}$$

$$\text{得: } n(^{10}\text{R}) : n(^{11}\text{R}) = 0.2 : 0.8 = 1 : 4$$

[十字交叉法]的数学原理

若  $a_1 + a_2 = 1$ ,  $M_1$  含  $a_1$ ,  $M_2$  含  $a_2$ , ( $M_2 > M_1$ )

则  $\bar{M} = M_1 \cdot a_1 + M_2 \cdot a_2$

解上述两联立方程,得:

$$a_1 = \frac{M_2 - \bar{M}}{M_2 - M_1} \quad a_2 = \frac{\bar{M} - M_1}{M_2 - M_1}, \text{ 所以}$$

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{M_2 - \bar{M}}{\bar{M} - M_1} \quad \text{因此} \quad \begin{array}{ccc} a_1 : M_1 & & M_2 - \bar{M} \\ & \diagdown & \diagup \\ & \bar{M} & \\ & \diagup & \diagdown \\ a_2 : M_2 & & \bar{M} - M_1 \end{array}$$

说明:

十字交叉法应用较广,例如:

① 两种不同质量分数浓度的同种溶质的溶液进行混合,求两种不同浓度的溶液的质量比。

② 根据两组分混合物的平均式量,求两组分物质的物质的量之比。

③ 根据两组分(气体)混合物的平均式量,求两组分(气体)的体积之比(同温同压)。



## 【拓展与提高】

说明:

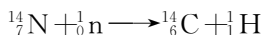
${}_0^1\text{n}$  表示中子。

核反应前后, (左上角)质量数之和相等, (左下角)核电荷数也相等。

### 1. 碳-14 放射性同位素

#### (1) 碳-14 的产生

当地球外宇宙射线(一种高能粒子流)与地球大气相互作用后,产生具有高能的中子,高能中子轰击大气中的氮原子,发生核反应,生成了碳-14:



#### (2) 碳-14 的变化

碳-14 与大气中氧结合成  ${}^{14}\text{CO}_2$ 。 ${}^{14}\text{CO}_2$  通过光合作用进入植物体内,又通过食物链进入动物和人体内。生物在进行新陈代谢时(即有生命活动时),动植物和人体内的碳-14 与外界保持交换,其浓度保持不变。生物死亡后,该交换停止,体内碳-14 因蜕变而不断减少,其减少的速率为每 5 730 年减少一半。该时间称为半衰期。

### 2. 利用碳-14 测定出土文物原处的年代

测定出土文物(生物遗骸)中碳-14 减少的程度,经过计算可推算出其死亡的年代。

参考知识:

$$(1) 10^x = N \quad (N > 0, N \neq 1),$$

等式两边同取对数,  $\lg 10^x = x = \lg N$

$$(2) \lg(M \cdot N) = \lg M + \lg N$$

$$(3) \lg\left(\frac{M}{N}\right) = \lg M - \lg N$$

$$(4) \lg(M^N) = N \cdot \lg M$$

$$(5) \lg \sqrt[N]{M} = \frac{1}{N} \lg M$$

$$(6) \lg 1 = 0$$

$$(7) \lg 10 = 1$$

$$(8) \lg 2 = 0.3010$$

$$(9) \lg \frac{1}{2} = -0.3010$$

$$(10) \lg 5 = 0.6990$$

**例 5** 有一种元素 R 的放射性同位素样品,其质量为 1.00 g,该放射性元素的半衰期为 10.0 s,求它经过 1.0 min 后,剩余的质量为原质量的百分之几?

解  $\frac{1 \times 60}{10.0} = 6.0$  即 1.0 min 经历了 6.0 个半衰期,所以 1.0 min 后,质量变为:

$$m = 1.00 \times \left(\frac{1}{2}\right)^{6.0} \text{ g} = 1.56 \times 10^{-2} \text{ g}$$

答 1.0 min 后,剩余质量为原质量的 1.56%。

**例 6** 据报道,我国河南省出土一把骨笛(用骨头做的笛子)是世界上发现的最早的乐器。经放射性测定知道,该骨笛中  ${}^{14}\text{C}$  的含量约为现今大气中  ${}^{14}\text{C}$  含量的 34%,计算该骨笛约是多少年前制造的?

$$\text{解 } 0.34 = 1 \times \left(\frac{1}{2}\right)^x$$

$$\lg 0.34 = \lg \left[1 \times \left(\frac{1}{2}\right)^x\right]$$

$$-0.4685 = 0 - x \cdot 0.3010$$

$$x = 1.556$$

$$5730 \times 1.556 = 8916 \text{ (年)}$$

答 该骨笛约是 8 916 年前制造的。



## 【周末训练】

### 一、选择题(每小题只有一个答案)

- 下列各对物质中,互为同位素的是( )。  
(A) 金刚石与石墨 (B)  ${}_{92}^{235}\text{U}$  与  ${}_{92}^{238}\text{U}$   
(C)  $\text{H}_2\text{O}$  与  $\text{D}_2\text{O}$  (D) 钾原子与钾离子
- 对下列符号的说明中,正确的是( )。  
(A)  ${}_{8}^{18}\text{O}$  表示该原子核内含有 8 个质子,8 个中子  
(B)  ${}_{1}^{1}\text{H}$  表示该原子核内含有 1 个质子,1 个中子  
(C)  ${}_{92}^{235}\text{U}$  表示该原子核内含有 92 个质子,143 个中子  
(D)  ${}_{20}^{40}\text{Ca}$  表示该原子核内含有 20 个质子,40 个中子
- 元素 R 的核电荷数为 16,该原子的质量数为 32,则 R 原子中应含有( )。  
(A) 16 个质子,16 个中子,16 个电子 (B) 16 个质子,32 个中子,16 个电子  
(C) 32 个质子,16 个中子,16 个电子 (D) 16 个质子,16 个中子,32 个电子
- 关于同位素的下列说法中,正确的是( )。  
(A) 质子数相同,质量数不同,化学性质几乎相同  
(B) 核电荷数相同,中子数相同,化学性质几乎相同  
(C) 质子数相同,中子数不同,化学性质不同  
(D) 质子数不同,中子数相同,化学性质不同
- 两个质量数相等的微粒,它们( )。  
(A) 一定属于同种元素 (B) 一定属于同位素  
(C) 一定具有相同的质子数 (D) 核内的质子数与中子数之和相等
- 用 H、D 及 O 分别表示  ${}_{1}^{1}\text{H}$ 、 ${}_{1}^{2}\text{H}$  和  ${}_{8}^{16}\text{O}$ ,跟 10 g  $\text{D}_2\text{O}$ (重水)里所含中子数相等的  $\text{H}_2\text{O}$ ,其质量为( )。  
(A) 4.5 g (B) 9.0 g (C) 11.25 g (D) 12.5 g
- 下列各组微粒中,所含质子数相等的是( )。  
(A)  $\text{H}_2\text{O}$  与  $\text{D}_2\text{O}$  (B) CO 与 NO (C)  $\text{CO}_2$  与  $\text{SO}_2$  (D) Ne 与 He
- 下列各组微粒中,所含电子数相等的是( )。  
(A) CO 与  $\text{CO}_2$  (B)  $\text{H}_2\text{O}$  与 HF (C)  $\text{H}_2\text{O}$  与  $\text{H}_2\text{S}$  (D)  $\text{H}_2\text{O}$  与  $\text{H}_2\text{O}_2$
- H、D、 $\text{H}_2$ 、 $\text{D}_2$  和 T,表示( )。  
(A) 五种不同的氢元素 (B) 五种不同的氢原子  
(C) 五种由氢元素组成的不同微粒 (D) 五种由氢元素组成的不同的分子
- 含有相同质子数的微粒( )。  
(A) 一定是同一种元素 (B) 一定是同一种原子  
(C) 一定是同一种分子 (D) 无法确定
- 据报道,兰州近代物理研究所制得了我国首批氧-18 气体。 ${}_{8}^{18}\text{O}$  是氧的一种稳定同位素,称为重氧。对重氧的下列说法中,正确的是( )。  
(A) 1.8 g 重氧气体的物质的量是 0.1 mol  
(B) 0.1 mol 重氧水( ${}^1\text{H}_2{}^{18}\text{O}$ )中所含的中子数约为  $N_A$  个

- (C) 重氧气体的摩尔质量是 36 g  
(D) 32 g 氧气与 36 g 重氧气所含的中子数相等
12. 设  $N_A$  代表阿伏加德罗常数, 下列说法中正确的是( )。
- (A) 16 g 氧气中所含的电子数  $0.5N_A$   
(B) 18 g 水中所含的质子数为  $10N_A$   
(C) 20 g  $D_2O$  中所含的中子数  $8N_A$   
(D) 32 g  $O_2$  与 48 g  $O_3$  所含的原子数相等
13. 氢有 H、D 与 T 三种原子, 它们和  $^{35}Cl$ 、 $^{37}Cl$  组成的氯化氢分子有多种, 其中相对分子质量不相同的共有( )。
- (A) 4 种 (B) 5 种 (C) 6 种 (D) 7 种
14. 某元素 R 的近似相对原子质量为  $M$ , 它有两种同位素原子  $^aR$  与  $^bR$  ( $a < b$ ), 则 R 元素中  $n(^aR) : n(^bR)$  等于( )。
- (A)  $\frac{b-M}{a-M}$  (B)  $\frac{b-M}{M-a}$  (C)  $\frac{M-b}{M-a}$  (D)  $\frac{M-a}{b-M}$
15. 在  $a$  g  $NH_3$  中含  $b$  个电子, 则阿伏加德罗常数可表示为( )。
- (A)  $\frac{17b}{a}$  (B)  $\frac{17b}{10a}$  (C)  $\frac{17a}{10b}$  (D)  $\frac{10a}{17b}$
16. 溴元素有两种同位素, 在自然界中大约各占原子总数的一半, 已知 Br 原子的核电荷数为 35, 近似相对原子质量约为 80, 则溴的两种同位素核内的中子数分别为( )。
- (A) 44 与 45 (B) 44 与 46 (C) 45 与 46 (D) 79 与 81
17. 氯有两种稳定的天然同位素  $^{35}_{17}Cl$  与  $^{37}_{17}Cl$ , 已知它们在自然界中的原子个数比为 3 : 1, 氯气的近似相对分子质量为 70、72 和 74 三种, 则三种氯气分子的物质的量之比为( )。
- (A) 6 : 6 : 1 (B) 6 : 3 : 1 (C) 3 : 3 : 1 (D) 9 : 3 : 1

## 二、填空题

18. 将有关符号及数据填入下表空格内:

| 化学符号       | 核内质子数 | 核内中子数 | 核外电子数 | 质量数 |
|------------|-------|-------|-------|-----|
| $^{14}_6C$ |       |       |       |     |
|            | 8     | 8     |       |     |
|            |       | 10    |       | 19  |
|            | 11    |       |       | 23  |

19. 将“质子数”、“中子数”或“电子数”等组成适当词语, 填入下列各空格中。
- (1) 决定元素是否属于同一种类的是原子中的\_\_\_\_\_。
- (2) 决定同种元素是否含有同位素的是原子中的\_\_\_\_\_。
- (3) 决定某种元素原子的质量数是原子中的\_\_\_\_\_。
- (4) 决定整个原子显电中性的原因是原子中的\_\_\_\_\_。
20. 下列考古遗址发现的遗物中能用  $^{14}C$  测定年代的是哪一个? 对不能测定年代的古代文物作简要说明。