

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

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 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)



1	第一章 打开原子世界的大门
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
25	第二章 开发海水中的卤素资源
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
89	第三章 探索分子构建的奥秘
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)
115	第四章 剖析物质变化中的能量变化
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
141	参考答案

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 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 mol 氢气中()。

(A) 含有 5 个氢原子

(B) 含 2.5 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(6.02×10^{23})个微粒的物质的量,称为 1 摩(1 mol)。在 2.5 mol 氢气(H_2)中含有 $2.5 \times 6.02 \times 10^{23}$ 个氢气(H_2)分子。

(3) 注意 “ 0.5 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 mol 氦气中含有多少个氦原子?

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 (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 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) 3.01×10^{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 SO_2 与 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。

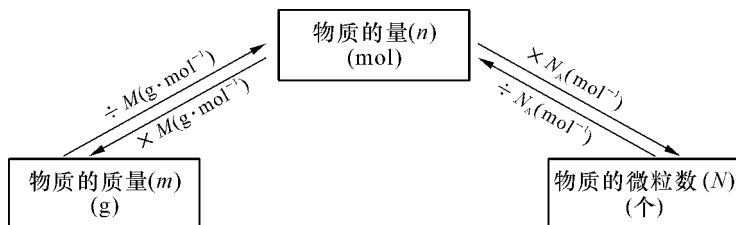


图 1.1.1 物质的量联接质量与微粒数

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 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 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 H_3PO_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 CO₂ 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 H₂O 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 CH₄。



【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。

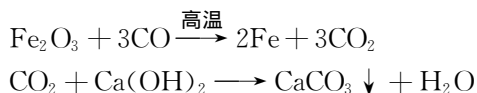
〔关系式法〕

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 Fe₂O₃ 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 , CO₂ 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
 - 6.02×10^{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()。
 - H_2O
 - Cl_2
 - SO_2
 - NO_2
- 下列各物质中,质量最大的是()。
 - 5 mol 氢气
 - 6.02×10^{22} 个硫酸分子
 - 0.5 mol 二氧化硫
 - 1.204×10^{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 SO_3
 - 4.4 g CO_2
 - 4.9 g H_2SO_4
 - 5 g H_3PO_4
- x g SO_2 与 y g 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 NO_2 与 N_2O_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 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°C 和 2 633 kPa 压强下加热数小时,然后迅速冷却至 25°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				3.01×10^{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 N_2O_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 N_2O_3 ,其物质的质量之比为_____。

三、计算题

22. 如果 x 个原子构成的 NH_3 的质量为 m g,求 $2m$ g H_2S 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 PCl_3 与 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 α 粒子去轰击金箔的实验与推理分析。

① 现象(一):绝大部分 α 粒子都直接穿过金箔。推断:原子是中空的。

现象(二):极少数的 α 粒子被金箔偏转,极个别 α 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 3.818×10^{-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}C 原子的质量是 1.993×10^{-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}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。

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

(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}Cl 和 ^{37}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}R 与 ^{11}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}R 同位素的原子百分数为 x ,则 ^{11}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)

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

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

[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 , ($M_2 > M_1$)

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

解上述两联立方程,得:

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

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

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:

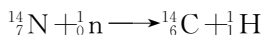
${}_0^1\text{n}$ 表示中子。

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,产生具有高能量的中子,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) H_2O 与 D_2O (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 D_2O (重水)里所含中子数相等的 H_2O ,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) H_2O 与 D_2O (B) CO 与 NO (C) CO_2 与 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 CO_2 (B) H_2O 与 HF (C) H_2O 与 H_2S (D) H_2O 与 H_2O_2
- H、D、 H_2 、 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。