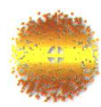
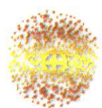


高中化学

物质结构 元素周期律

王后雄

主编



(修订版)



龍門書局



物质结构 元素周期律

(修订版)

主 编 王后雄

本册主编 陈长东



龍門書局

版权所有 翻印必究

本书封面贴有科学出版社、龙门书局激光防伪标志，
凡无此标志者均为非法出版物。

举报电话：(010)64033640 13501151303 (打假办)

邮购电话：(010)64000246



(修订版)

物质结构 元素周期律

王后雄 主编

责任编辑 王 敏 袁勇芳

龙 门 书 局 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码：100717

<http://www.sciencep.com>

世界知识印刷厂印刷

科学出版社总发行 各地书店经销

*

2002年1月修 订 版 开本：880 × 1230 A5

2002年7月第五次印刷 印张：5 1/2

印数：90 001—120 000 字数：203 000

ISBN 7-80160-195-5/G·194

定 价：6.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

参考书几乎是每一位学生在学习过程中必不可少的。如何发挥一本参考书的长效作用,使学生阅读后,能更透彻、迅速地明晰重点、难点,在掌握基本的解题思路和方法的基础上,举一反三、触类旁通,这是教参编者和读者共同关心的问题。这套《龙门专题》,就是龙门书局本着以上原则组织编写的。它包括数学、物理、化学、生物四个学科共计 55 种,其中初中数学 12 种,高中数学 12 种,初中物理 5 种,高中物理 7 种,初中化学 4 种,高中化学 10 种,高中生物 5 种。

本套书在栏目设置上,主要体现了循序渐进的特点。每本书内容分为两篇——“基础篇”和“综合应用篇”(高中为“3+X”综合应用篇)。“基础篇”中的每节又分为“知识点精析与应用”、“视野拓展”两个栏目。其中“知识点精析与应用”着眼于把基础知识讲透、讲细,帮助学生捋清知识脉络,牢固掌握知识点,为将成绩提高到一个新的层次奠定扎实的基础。“视野拓展”则是在牢固掌握基础知识的前提下,为使学生成绩“更上一层楼”而准备的。需要强调的是,这部分虽然名为“拓展”,但仍然立足于教材本身,主要针对教材中因受篇幅所限言之不详,但却是高(中)考必考内容的知识点(这类知识点,虽然不一定都很难,但却一直是学生在考试中最易丢分的内容),另外还包括了一些不易掌握、失分率较高的内容。纵观近年来高(中)考形势,综合题与应用题越来越多,试行“3+X”高考模式以后,这一趋势更加明显。“综合应用篇”正是为顺应这种形势而设,旨在提高学生的综合能力与应用能力,使学生面对纷繁多样的试题,能够随机应变,胸有成竹。

古人云:授人以鱼,只供一饭之需;授人以渔,则一生受用无穷。这也是我们编写这套书的宗旨。作为龙门书局最新推出的《龙门专题》,有以下几个特点:

1. 以“专”为先 本套书共计 55 种,你尽可以根据自己的需要从

中选择最实用、最可获益的几种。因为每一种都是对某一个专题由浅入深、由表及里的诠释,读过一本后,可以说对这个专题的知识就能够完全把握了。

2. 讲解细致完备 由于本套书是就某一专题进行集中、全面的剖析,对知识点的讲解自然更细致。一些问题及例题、习题后的特殊点评标识,能使学生对本专题的知识掌握起来难度更小,更易于理解和记忆。

3. 省时增效 由于“专题”内容集中,每一本书字数相对较少,学生可以有针对性地选择,以实现在较短时间里对某一整块知识学透、练透的愿望。

4. 局限性小 与教材“同步”与“不同步”相结合。“同步”是指教材中涉及的知识点本套书都涉及,并分别自成一册;“不同步”是指本套书不一定完全按教材的章节顺序编排,而是把一个知识块作为一个体系来加以归纳。如归纳高中立体几何中的知识为四个方面、六个问题,即“点、线、面、体”和“平行、垂直、成角、距离、面积、体积”。让学生真正掌握各个知识点间的相互联系,从而自然地连点成线,从“专题”中体味“万变不离其宗”的含义,以减小其随教材变动的局限性。

5. 主次分明 每种书的前面都列出了本部分内容近几年在高考中所占分数的比例,使学生能够根据自己的情况,权衡轻重,提高效率。

本套书的另一特点是充分体现“减负”的精神。“减负”的根本目的在于培养新一代有知识又有能力的复合型人才,它是实施素质教育的重要环节。就各科教学而言,只有提高教学质量,提高效率,才能真正达到减轻学生负担的目的。而本套书中每本书重点突出,讲、练到位,对于提高学生对某一专题学习的相对效率,大有裨益。这也是本书刻意追求的重点。

鉴于本书立意的新颖,编写难度很大,又受作者水平所限,书中难免有疏漏之处,敬请不吝指正。

编者

2001年11月1日

编委会

(高中化学)

(修订版)

执行编委

王敏

孙校生
陈天庆

陈长东
李玉华

编委
易世家
张敏

主编
王后雄

总策划
龙门书局



目 录

第一篇 基础篇	(1)
第一讲 原子组成与结构	(2)
1.1 原子核	(2)
1.2 原子核外电子的排布	(18)
高考热点题型评析与探索	(30)
本讲测试题	(35)
第二讲 元素周期律和元素周期表	(41)
2.1 元素周期律	(41)
2.2 元素周期表	(53)
高考热点题型评析与探索	(69)
本讲测试题	(74)
第三讲 化学键	(81)
3.1 化学键	(81)
3.2 非极性分子和极性分子	(100)
高考热点题型评析与探索	(109)
本讲测试题	(114)
第四讲 晶体结构	(120)
高考热点题型评析与探索	(133)
本讲测试题	(137)

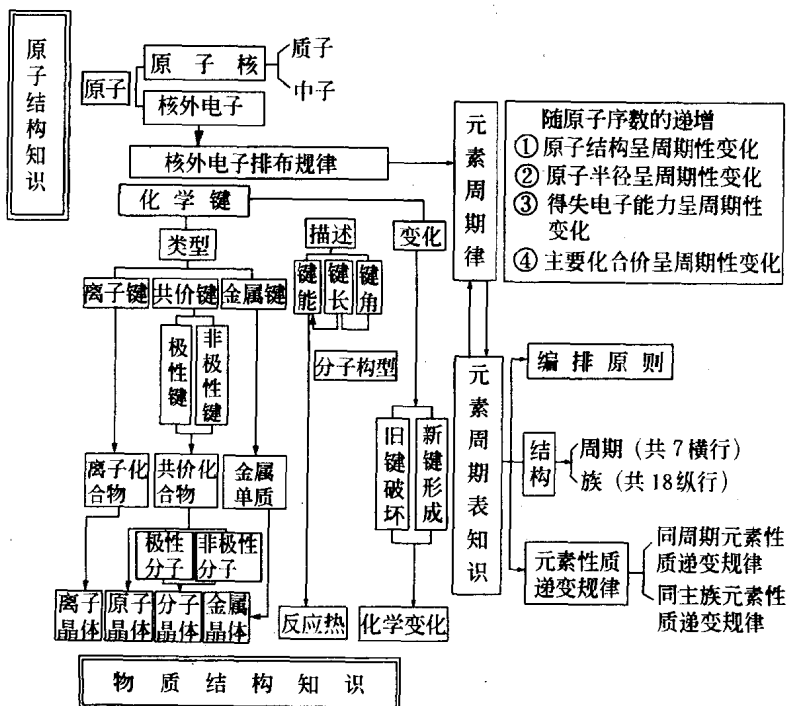
第二篇 3 + X 综合应用篇	(144)
学科内综合与应用	(144)
学科内综合应用训练题	(147)
跨学科综合与应用	(153)
跨学科综合应用训练题	(159)

第一篇 基础篇

近几年本专题知识在高考题中所占的比例

1997 年	18.7%	1998 年	12.7%
1999 年	18.0%	2000 年	13.4%

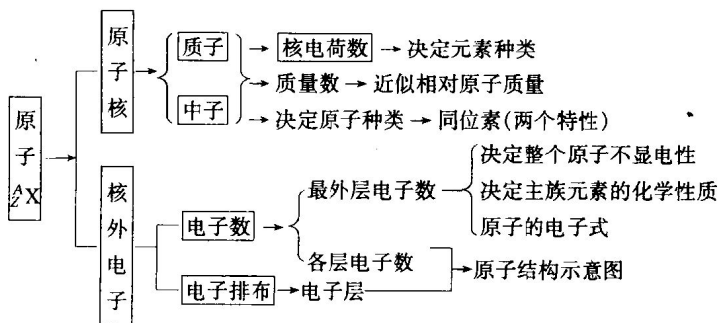
本书知识框图





第一讲 原子组成与结构

本讲知识框图



1.1 原子核



重点难点归纳

重点 ①同位素的概念。②相对原子质量的计算方法。

难点 质量数、原子的相对原子质量、元素的相对原子质量的区别与联系。

本节需掌握的知识点 ①构成原子的粒子间的关系。②同位素的概念。③相对原子质量的计算。

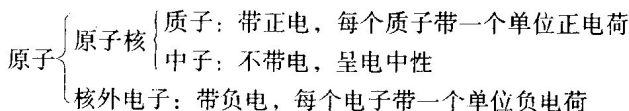
知识点精析与应用

【知识点精析】

一、原子

1. 定义：原子是化学变化中的最小微粒。化学反应的实质是原子的重新组合。

2. 原子的构成



原子核所带电量跟核外电子带的电量相等而电性相反, 因此原子作为一个整体不显电性。

3. 原子与原子核的半径、体积关系

①半径: 原子的半径很小, 一般在 10^{-10} 米数量级范围内, 如钠的原子半径为 1.86×10^{-10} 米。原子核更小, 它的半径小于原子半径的万分之一, 即在小于 10^{-14} 米数量级的范围内。

②体积: 原子核的体积只占原子体积的几千亿分之一。

若将原子看作十层高楼, 则原子核就是高楼里的一颗桃核

4. 原子核中核电荷数与质子数的关系

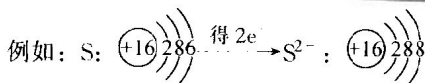
原子核中只有质子带正电荷, 因此原子核所带的电荷数(核电荷数)由质子数决定, 而每个质子带一个单位正电荷, 故核电荷数与质子数相等。即核电荷数 = 核内质子数。

又因原子核所带电量跟核外电子所带电量相等(原子呈电中性), 而每个电子带一个单位负电荷, 因此核电荷数等于核外电子数, 即:

$$\text{核电荷数} = \text{核内质子数} = \text{核外电子数}$$

注意: ①对于阴离子, 是原子得到电子而形成的, 得到几个电子原子就带几个单位的负电荷。故质子数 = 核外电子数 - 带电荷数

阴离子: 质子数 < 核外电子数



质子数: 16

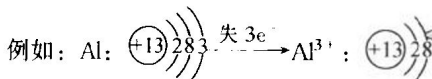
质子数: 16

核外电子数: 16

核外电子数: 18

$$\text{质子数 (16)} = \text{核外电子数 (18)} - \text{电荷数 (2)}$$

②由于阳离子是原子失去电子所形成的, 即原子失去的电子数即为离子所带的正电荷数。因此, 质子数 = 核外电子数 + 带电荷数



阳离子: 质子数 > 核外电子数

质子数: 13

质子数: 13

核外电子数: 13

核外电子数: 10

$$\text{质子数 (13)} = \text{核外电子数 (10)} + \text{带电荷数 (3)}$$

5. 构成原子的微粒的质量及相对质量

(1) 质子、中子、电子的实际质量

质子: $1.6726 \times 10^{-27} \text{ kg}$

中子: $1.6748 \times 10^{-27} \text{ kg}$

电子: 质量很小, 约为质子质量的 $\frac{1}{1836}$

$\therefore$ 原子的质量 $\approx$ 原子核的质量

原子的质量 = 原子核的质量 + 核外电子的质量

(2) 质子、中子的相对质量

① 质子、中子的质量很小, 使用计算很不方便, 因此通常用相对质量。

② 用作相对原子质量标准的 $^{12}_6\text{C}$ 的质量是 $1.9927 \times 10^{-26} \text{ kg}$, 则相对原子质量标准为 $1.9927 \times 10^{-26} \times \frac{1}{12} = 1.6606 \times 10^{-27} \text{ kg}$

$\therefore$ 质子的相对质量 = $\frac{1.6726 \times 10^{-27} \text{ kg}}{1.6606 \times 10^{-27} \text{ kg}} = 1.007$ (近似值 1)

中子的相对质量 = $\frac{1.6748 \times 10^{-27} \text{ kg}}{1.6606 \times 10^{-27} \text{ kg}} = 1.008$ (近似值 1)

6. 质量数

将原子核内所有的质子和中子的相对质量取近似整数值加起来, 所得的数值叫质量数。

质量数 (A) = 质子数 (Z) + 中子数 (N)

7. 原子 ^A_ZX 代表的含义

X——该原子的元素符号

A——该原子的质量数

Z——该原子的原子核内质子数

即 ^A_ZX 表示一个质量数为 A , 质子数为 Z 的原子。

8. 原子与分子、离子的关系

原子可直接构成分子, 原子发生电子的得失形成离子; 分子、原子、离子都是构成物质的微粒。

分子是保持物质化学性质的一种微粒

二、同位素

1. 同位素概念

具有相同的质子数, 而中子数不同的同一元素的原子互称同位素。

如: 氢有三种同位素: 氕 (^1_1H)、氘 (^2_1H 或 D)、氚 (^3_1H 或 T)。H (氕)、D (氘)、T (氚) 三者互称同位素, 它们是氢元素的三种不同氢原子, 其中 D、T 是制造氢弹的材料。

铀元素的同位素 $^{235}_{92}\text{U}$ 是制造原子弹和核反应堆的原料, 你知道吗?

注意：(1) 同位素是同一元素的不同原子之间的互称，因此，同位素又称为同位素原子。

(2) 同位素原子间质子数相同，中子数、质量数不同。

(3) 元素的一种原子叫做核素，如 H、D、T 是氢元素的三种核素。

2. 元素

定义：具有相同核电荷数（即质子数）的同一类原子的总称。

注意：(1) 在元素定义中，“同一类原子”就是指质子数相同，中子数不同的各同位素的原子或离子。

(2) 元素的种类由质子数决定。

(3) 元素只讲种类而不论个数，只能说元素组成物质而不能说元素组成分子。

3. 同位素的特征

(1) 同种元素，不同原子

(2) 由于质子数相同中子数不同，则各同位素原子质量数不同，核外电子数相同，故同位素原子的化学性质几乎完全相同。

(3) 同位素的不同原子构成的单质是化学性质几乎相同的不同单质，如 H_2 、 D_2 。

(4) 同位素构成的化合物是不同的化合物。如 H_2O 、 D_2O 、 T_2O 的物理性质不同，化学性质几乎相同。

(5) 在天然存在的某种元素里，不论是游离态还是化合态，各种同位素所占的原子个数百分比一般是不变的，即是一个定值。

同素异形体是由原子的排列方式不同而造成的

(6) 同位素区别于同素异形体，前者是同种元素的不同原子。如氧元素有 $^{16}_8O$ 、 $^{17}_8O$ 、 $^{18}_8O$ ；后者是由同种元素形成的不同单质，如 O_2 、 O_3 互为同素异形体。

三、相对原子质量

1. 同位素（原子）的相对原子质量

天然同位素原子的真实质量与一个 $^{12}_6C$ 原子的质量的 $\frac{1}{12}$ 的比值。

例如：1 个 $^{16}_8O$ 原子的质量为 $2.657 \times 10^{-26} \text{ kg}$ ，1 个 $^{12}_6C$ 原子的质量为 $1.993 \times 10^{-26} \text{ kg}$ 。

$$^{16}_8O \text{ 的相对原子质量} = \frac{2.657 \times 10^{-26} \text{ kg}}{1.993 \times 10^{-26} \text{ kg} \times \frac{1}{12}} = 15.998$$

2. 原子的质量数

指某元素的一种同位素原子的核中所含质子数和中子数之和,在数值上看作是原子的近似相对原子质量。例如 ${}^6_8\text{O}$ 的质量数为16,则 ${}^6_8\text{O}$ 这种同位素的近似相对原子质量为16。

注意元素的相对原子质量与原子的相对质量的区别

3. 元素的相对原子质量

某种元素的相对原子质量,是由该元素的各种天然同位素原子所占原子个数百分比(丰度)计算出来的平均值,即元素的相对原子质量等于各同位素原子的相对原子质量与其丰度的乘积之和。

丰度也即是某原子所占的物质的量分数

$$\overline{M} = M_1 \cdot a\% + M_2 \cdot b\% + M_3 \cdot c\% + \dots$$

其中 M_1 、 M_2 ...表示各同位素原子的相对原子质量, $a\%$ 、 $b\%$...表示各同位素原子的丰度,且 $a\% + b\% + c\% + \dots = 1$

例如:氧元素有三种同位素氧原子 ${}^6_8\text{O}$ 、 ${}^{17}_8\text{O}$ 、 ${}^{18}_8\text{O}$,从下列数据可计算出氧元素的相对原子质量:

符号	同位素相对原子质量	在自然界中各同位素原子所占的原子个数百分比
${}^6_8\text{O}$	15.9949	99.759%
${}^{17}_8\text{O}$	16.9991	0.037%
${}^{18}_8\text{O}$	17.9992	0.204%

$$\begin{aligned} \text{氧元素的相对原子质量 } \overline{M} &= 15.9949 \times 99.759\% + 16.9991 \times 0.037\% \\ &\quad + 17.9992 \times 0.204\% = 15.9994 \end{aligned}$$

因此,元素的相对原子质量实际应是元素的平均相对原子质量。

4. 元素的近似相对原子质量 (亦称元素的近似平均相对原子质量)

在计算元素的相对原子质量时若用同位素的近似相对原子质量(数值上与质量数相等)代替同位素的相对原子质量进行计算,则所得数值即为该元素的近似相对原子质量。

$$\overline{M} = A_1 \cdot a\% + A_2 \cdot b\% + A_3 \cdot c\% + \dots$$

其中 A_1 、 A_2 、 A_3 ...为各同位素原子的质量数。如氧元素的近似相对原子质量 $= 16 \times 99.759\% + 17 \times 0.037\% + 18 \times 0.204\% = 16.0045 \approx 16$

注意:(1)《国际原子量表》中列出的是元素的相对原子质量,它是由同位素的相对原子质量计算所得的结果,是精确的。

(2)通常我们使用的 H—1、C—12、O—16 Cl—35.5 等是由同位素原子的质量数计算所得结果,即为元素的近似相对原子质量。

【解题方法指导】

【例1】科学家最近制造出112号新元素,其原子的质量数为277,这是迄今已知元素中最重的原子。关于该新元素的下列叙述正确的是 ()

- A. 其原子核内中子数和质子数都是112
- B. 其原子核内中子数为165,核外电子数为112
- C. 其原子质量是 ^{12}C 原子质量的277倍
- D. 其原子质量与 ^{12}C 原子质量比为277:12

解析 题设中“112号”是新元素的原子序数,其数值上等于该原子的核电荷数,若假定112号新元素的元素符号用M表示,则该元素的这种同位素可表示为 $^{277}_{112}\text{M}$,根据“六种量”之间的关系式可得出:中子数=质量数-质子数=277-112=165,核外电子数为112,故A错误,B正确。同位素相对原子质量是以该同位素的一个原子的质量与 ^{12}C 原子质量的 $\frac{1}{12}$ 作比较所得的相对比值,故C错误,D正确。

答案 B、D。

点评 熟知原子中各微粒间的关系和相对原子质量的概念,是解此类题的基础。

【例2】对于 $^A_Z\text{X}^b$,按下列要求各举一例(即每小题分别写出符合题意的两种微粒)(1) Z 、 n 、 b 相同而 A 不同_____;(2) A 、 n 、 b 相同而 Z 不同_____;(3) A 、 Z 、 b 相同而 n 不同_____;(4) A 、 Z 、 n 相同而 b 不同_____。

解析 (1) 要求 Z 相同而 A 不同,应是同位素原子;(2) 要求 Z 不同而 A 相同,应该是质量数不同的不同元素的原子;(3) n 是离子的电荷数,要求 Z 相同而 n 不同可以是同一元素的不同价态的离子;(4) b 是原子个数,要求 Z 相同而 b 不同,应该是同一元素的不同分子或离子。

答案 (1) ^1_1H 和 ^2_1H (2) $^{14}_6\text{C}$ 和 $^{14}_7\text{N}$ (3) Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 或 Cu^{2+} 和 Cu^{+} (4) O_2 和 O_3 分子,或 O_2^{-} 和 O_2^{2-} 离子。 (试试看,你能写出符合题意的答案吗?)

点评 在符号 $^A_Z\text{X}^a_b$ 中各字母的意义: A 为质量数, Z 为质子数,中子数为 $(A-Z)$,核外电子数 Z ,化合价为 a ,所带电荷为 n , b 是原子或离子的个数。

【例3】核内中子数为 N 的 R^{2+} 离子,质量数为 A ,则 ng 它的氧化物中所含质子的物质的量是 ()

- A. $\frac{n}{A+16} (A-N+8) \text{ mol}$
- B. $\frac{n}{A+16} (A-N+10) \text{ mol}$

C. $(A - N + 2)$ molD. $\frac{n}{A} (A - N + 6)$ mol

解析 R^{2+} 的质子数为 $(A - N)$, 氧原子应为 ${}^8_{16}\text{O}$, 氧化物组成为 RO , 摩尔质量为 $(A + 16) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 质子数为 $(A - N + 8)$, 则 ng 氧化物中质子的物质的量为 $\frac{n}{A + 16} \cdot (A - N + 8) \text{ mol}$ 。答案为 A。

所带电荷数即等于其化合价数

点评 质子数、原子核外电子数与质子数、中子数的关系是历年来会考、高考考查的重点、热点知识, 务必熟练掌握。

啊, 这么重要!

【例 4】某文献记载的数据有:

${}^{35}\text{Cl}$	34.969	75.77%	${}^{35}\text{Cl}$	35	75.77%
${}^{37}\text{Cl}$	36.966	24.23%	${}^{37}\text{Cl}$	37	24.23%
平均	35.453		平均	35.485	

回答下列各数的含义:

(1) 34.969 _____; (2) 35.453 _____;

(3) 35 _____; (4) 35.485 _____;

(5) 24.23% _____。

解析 依据同位素及相对原子质量的含义有: 34.969: ${}^{35}\text{Cl}$ 的同位素相对原子质量; 35.453: 氯元素的相对原子质量; 35: ${}^{35}\text{Cl}$ 的质量数; 35.485: 氯元素的近似相对原子质量; 24.23%: 氯元素的天然同位素中 ${}^{37}\text{Cl}$ 所占的原子个数百分比 (丰度)。

轻轻地告诉你, 要加强概念的比较

点评 本题集质量数、同位素、相对原子质量、元素的平均相对原子质量、元素的近似相对原子质量、丰度于一题, 通过辨析、比较、计算, 从而准确掌握“六种量”的概念及相互关系。

【例 5】硼元素的平均相对原子质量为 10.8, 则自然界 ${}^{10}\text{B}$ 和 ${}^{11}\text{B}$ 的原子个数比为 _____ ()

A. 1:1

B. 1:2

C. 1:3

D. 1:4

解析 本题是根据近似平均相对原子质量求同位素丰度的问题, 可用以下两种方法求解。

解法一 设 ${}^{10}\text{B}$ 的丰度为 $x\%$, 则 ${}^{11}\text{B}$ 的丰度为 $(1 - x\%)$, 则由近似平均相对原子质量的计算式: $10 \times x\% + 11 \times (1 - x\%) = 10.8$, 解得 $x\% = 20\%$, $1 - x\% = 80\%$, 故 ${}^{10}\text{B}$ 与 ${}^{11}\text{B}$ 的原子个数比为 1:4。

解法二 本题可用“十字交叉法”进行简化计算

$$\begin{array}{ccc}
 {}^{11}\text{B} & 11 & 10.8 - 10 = 0.8 \\
 & \swarrow \quad \searrow & \\
 & 10.8 & \\
 & \swarrow \quad \searrow & \\
 {}^{10}\text{B} & 10 & 11 - 10.8 = 0.2
 \end{array}$$

$$\frac{0.8}{0.2} = \frac{4}{1} \text{。选 D。}$$

比较一下哪种解法更简捷

点评 凡符合 $C_1 \cdot n_1 + C_2 \cdot n_2 = \bar{C} (n_1 + n_2)$ 的算式均可按十字交叉法速算。式中 $\bar{C}$ 为 C_1 和 C_2 的平均值, n_1 和 n_2 分别是 C_1 和 C_2 对应的份数 (n_1 、 n_2 可以是质量分数、物质的量分数或气体体积分数)。计算形式为:

$$\begin{array}{ccc}
 C_1 & & n_1 \\
 & \swarrow \quad \searrow & \\
 & \bar{C} & \\
 & \swarrow \quad \searrow & \\
 C_2 & & n_2
 \end{array}
 \quad \begin{array}{l} n_1 = C_2 - \bar{C} \\ n_2 = C_1 - \bar{C} \end{array}$$

【例 6】 某元素 X 所形成的分子 X_2 共有三种, 其相对分子质量依次为 158、160、162; 其三种分子的物质的量之比是 7:10:7。则下列结论正确的是 ()

- A. X 有三种同位素
- B. 其中一种同位素的原子质量数为 80
- C. 质量数为 79 的同位素其原子的百分含量为 50%
- D. X_2 的平均相对分子质量为 159

解析 若 X 有三种同位素, 可形成六种 X_2 分子; X 有两种同位素时可组成三种 X_2 分子; X_2 、 XX' 、 X_2' , 故 A 错。由于 X 只有两种同位素, 所形成的三种分子中, 相对分子质量是 158、162 的两种为同种同位素原子组成, 质量数分别为 79 和 81; 相对分子质量为 160 的分子是两种同位素原子共同组成, 平均相对分子质量为 $79 + 81 = 160$, 故 B 错。因 X_2 三种分子的物质的量之比为 7:10:7, 所以两种同位素原子的物质的量之比为 $(7 \times 2 + 10) : (10 + 7 \times 2) = 1:1$; 质量数为 79 的同位素原子的百分含量为 $\frac{1}{1+1} \times 100\% = 50\%$, 故 C 正确。 X_2 平均相对分子质量 $M = \frac{7 \times 158 + 10 \times 160 + 7 \times 162}{7 + 10 + 7} = 160$, 故 D 错。

点评 此题是关于同位素计算与判断的综合题, 很容易误认为有三种 X_2 分子, 即说明 X 有三种同位素, 而得出错误的结论, 正确判断同位素的种类数是解题关键。本题不仅从多角度考查了同位素的计算, 而且突出了对审题能力、逻辑思维能力的综合考查。

【基础训练题】

1. 下列各组微粒属同位素的是 ()
- A. O_2 和 O_3
 - B. H_2 和 D_2
 - C. 6_8O 和 8_8O
 - D. 1H_2O 和 2H_2O