

总主编/程耀尧

特别合作  新浪网
 中学生学习报

Magic



魔力！高效！经典！权威！

魔法化学

Magic Chemistry

专题突破

物质结构与元素周期律

★ 体验征服学习考试 ★
★ 精彩感觉！ ★

高中版

丛书主编/严文科

补上你知识木桶上
最短的那一块

- 最全面、最创新的素质教育
- 最科学、最优化的学习流程
- 最新颖、最独到的情境设置



著名节目主持人
魔法教师品牌代言人 何炅

长征出版社
CHANGZHENG PRESS

总主编/程耀尧

Magic



魔力！高效！经典！权威！

魔法化学

Magic Chemistry

专题突破

物质结构与元素周期律

高中版

丛书主编/ 严文科

本册主编/ 穆振永

编委/ 崔庆生

王瑞香

卢同利

王文田

长征出版社

CHANGZHENG_PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

魔法化学专题突破. 高中: 物质结构与元素周期律/穆振永, 王瑞香, 卢同利主编. —北京: 长征出版社, 2004

ISBN 7-80015-821-7

I. 魔… II. ①穆… ②王… ③卢… III. 化学课—高中—教学参考资料 IV. G634.83

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 044349 号

魔法化学专题突破高中版

主创设计 / 魔法教育发展研究中心

电 话 / 010-80602977

网 址 / <http://www.magic365.com.cn>

出 版 / 长征出版社

(北京市西城区阜外大街 34 号 邮编: 100832)

行销企划 / 北京九恒世纪文化有限公司

(服务热线: 010-80602977)

经 销 / 全国新华书店

印 刷 / 北京天时捷彩色印刷有限公司

开 本 / 880×1230 1/32

字 数 / 2896 千字

印 张 / 90.5 印张

版 次 / 2004 年 6 月第 1 版

印 次 / 2004 年 6 月第 1 次印刷

书 号 / ISBN 7-80015-821-7/G·314

全套定价 / 128.00 元

版权所有·侵权必究



致读者

在新的世纪,国内基础教育正发生着日新月异的变化,广大教师和学生中学教辅读物出版创新的呼声也此起彼伏:中学教辅需要精品,需要品牌,需要从更远、更新的角度重新打造!在这一大背景下,魔法英语以其独特的品质和魅力赢得了读者的尊重和认可,应接不暇的咨询电话和雪片般的订单让我们更加深刻地体会到:中国的基础教育太需要“魔法”这样卓越的图书了!

数以万计的中学教师和学生问我们:你们何时出版“魔法语文”“魔法数学”“魔法物理”“魔法化学”等其他学科的图书?

肩负着社会的责任,带着广大中学师生的期盼,我们联合了美国蒙登戈国际语言研究中心、英国剑桥国际语言研究院等国内外数十所教育研究机构,邀请了张定远、蔡上鹤、薄冰、张同恂、程耀尧、刘真、杨启楠、臧嵘、刘淑梅等十余名基础教育界权威、国内顶级教材专家,在北京四中、黄冈中学、华东师大附中、清华大学附中、北大附中等国内百余所重点中学的鼎力协助下,隆重推出了以《魔法英语》为龙头的《魔法语文》《魔法数学》《魔法物理》《魔法化学》《魔法生物》《魔法政治》《魔法历史》《魔法地理》系列魔法图书。

“享受学习每一刻!”是魔法系列图书最基本的理念,我们希望把魔法系列图书这一成功的理念推广到中学教育的每一个学科、每一个年级、每一个领域。

一千多位教育专家及知名特高级教师联手缔造的魔法系列图书,已经走在中学教辅图书的最前沿,成为一个全新的中学教辅品牌!一个真正由专家打造的具有国际品质的中学教辅品牌!

我们希望给中学生提供一个崭新的学习平台,为每位读者付出的时间和殷切的期待提供丰厚的回报。我们力求通过不懈的努力,让魔法系列图书解放中学生的学习,解放中学生的考试,让学习变得“轻松、快乐、高效”的思想光芒照耀每位读者!

我们与读者的心是相通的,同广大一线教师的心是相通的。现在,我们付出的每一份努力,都得到了广大教师和读者的支持和肯定。面对这些勉励和关怀,我们将会以百倍的努力来报答。未来我们会做得更好,这是我们的目标,也是我们不变的承诺。

魔法系列图书愿做中学生学习的最佳助手,最贴心的朋友!让魔法系列图书伴随着我们的幸福、快乐和回忆,一起成长!

魔法教育发展研究中心
2004.6





前言

Preface

根据教育专家多年的研究发现,几乎每位学生在学习过程当中都有薄弱的学科,每一学科中都有薄弱的专题,而正是这些薄弱学科、薄弱的专题阻碍了学生的成功。“亡羊补牢,未为迟也。”为了帮助更多中学生在高考中走向成功,我们组织了全国数十名有多年教学和研究经验的特高级教师、教研员,在张定远、薄冰、蔡上鹤、张同恂、程耀尧、刘真、杨启楠、臧嵘、刘淑梅等中学教育界权威、教材专家的悉心指导下,在北京四中、黄冈中学、华东师大附中、清华大学附中、北大附中等国内百余所重点中学的鼎力协助下,精心编写了本系列图书。

我们在丛书编写过程中,秉承“科学划分、高效实用”的编写理念,尊重现行教材体系,依据教学大纲与考试大纲,结合近几年理综命题实践及课堂教学实际,将高中化学专题科学地设置为:《化学反应类型及其能量变化》《物质结构与元素周期律》《非金属元素及其化合物》《金属元素及其化合物》《化学反应速率与化学平衡》《电离平衡与电化学》《有机化学基础》(上)《有机化学基础》(下)《化学实验》《化学计算》十个分册。

本书具备如下特点:

细分专题,针对性强:适合高中不同年级的学生对自己的薄弱学科、薄弱专题集中复习,不受年级、教材限制。

内容详尽,重点突出:以大纲为面,考纲为线,所有该专题的内容全面详尽,重点难点内容突出。

表述灵活,直观高效:本书灵活使用图、表、眉批、旁注等多种表达方式进行内容阐述,使平常枯燥的学习过程变得直观、具体、高效。

信息敏锐,材料新颖:本书采用了大量的前沿性、趣味性、现实性资料,结合最新的高考信息和命题趋势,从最新的角度组织学习和复习,具有很强的实用性和超前性。



前言

Preface

丛书栏目功能定位如下:

【**考考动态**】紧扣教学大纲,总结分析中学教学教材改革的新趋势、新动向,突出最新考试信息和对未来高考命题走向的预测,增强针对性。

【**知识精讲—经典例题**】根据本专题的知识体系,对知识点进行全面、详细的讲解,在每个知识点的讲解后,紧跟一个或两个典型例题,进行分析和点拨,与【**经典例题**】形成互动;总结规律,点拨技巧,使学生融会贯通,举一反三,触类旁通。通过这个环节的学习,学生在有限的时间内,集中补差、补弱,系统有效地提高自己知识能力,补上自己知识木桶上最短的那一块。

【**思维跨越—范例剖析**】对重点、难点和热点延伸,使学生既从点上把握,又能够纵横扩展,使所学知识能够达到点面结合,灵活运用。【**范例剖析**】与【**思维跨越**】形成互动,结合最新的《考试大纲》,评价重点、难点试题的命题角度和能力层级要求,分析解题过程,点拨解题技巧。

【**高考连线**】收集了与本节内容相关的近几年的高考题及简要解析,以使学生学以致用,了解高考,感受高考,为决胜高考做准备。

【**专题训练**】专题训练有三个层次组成,第一层次的基本训练,重在基础;第二层次的拓展训练,重在提高;第三层次的综合训练,重在运用。从而使知识的训练由浅入深,阶梯式提高,最终达到把握基础知识,培养和提高学生的应试能力的目的。

尽管我们在编写过程中,本着对学生高度负责的态度,处处把关,严格质量,但仍难免有疏漏,诚请读者指正。

编者

2004年6月于北京



目 录

Contents

第一节 原子的组成	(1)
原子	(1)
同位素	(5)
相对原子质量	(6)
元素、核素、同位素三者的区别和联系	(8)
丁肇中讲故事谈体会	(16)
第二节 原子核外电子排布	(18)
核外电子运动的特征	(18)
核外电子排布	(19)
粒子结构示意图	(20)
元素性质与核外电子排布	(23)
1~20 号元素的一些常见规律	(23)
原子组成的探索历程	(33)
第三节 元素周期律	(35)
原子序数	(35)
元素周期律	(36)
两性氧化物和两性氢氧化物	(43)
粒子半径大小比较规律	(45)
门捷列夫与元素周期表	(56)
第四节 元素周期表	(57)
元素周期表的编排原则	(57)
元素周期表的结构	(58)
元素周期表中主族元素性质的递变规律	(61)
元素周期表中“位、构、性”关系	(62)
元素周期律和周期表的意义	(63)
元素的推断	(64)
元素周期表和元素周期律在生产上的应用	(74)
第五节 化学键	(76)



目 录

Contents

离子键	(76)
共价键	(80)
化学键	(82)
电子式书写应注意的问题	(84)
化学键理论先驱——鲍林	(93)
第六节 非极性分子和极性分子	(94)
极性键和非极性键	(94)
极性分子和非极性分子	(96)
分子间作用力	(98)
键的极性与分子极性的关系	(99)
阿佛加德罗	(109)
第七节 离子晶体	(110)
晶体	(110)
离子晶体	(111)
离子晶体的结构	(112)
根据晶体模型分析晶体结构(均摊法的应用)	(113)
关于晶体	(124)
第八节 分子晶体与原子晶体	(125)
分子晶体	(125)
原子晶体	(129)
离子晶体、分子晶体和原子晶体的比较	(130)
三种晶体的熔、沸点的比较	(131)
C ₆₀ 的命名	(141)
第九节 金属晶体	(142)
金属晶体的结构	(142)
金属晶体具有的共同物理性质的解释	(143)
金属晶体与离子晶体的比较	(144)
晶体缺陷	(150)



Magic



第一节 原子的组成.....

第一节 原子的组成

● 教考动态 ●

1. * * * * 掌握原子构成及构成粒子间的相互关系,理解 A_ZX 的含义——教学大纲要求与高考要求一致。

2. * * * * 掌握元素、同位素、核素的概念,弄清三者之间的关系——教学大纲要求略低于高考要求。

3. * * * 理解相对原子质量的概念,并会进行计算——教学大纲要求低于高考要求。

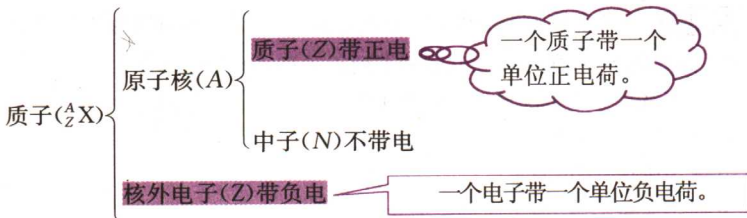
4. * * * 了解同位素与同素异形体的区别及质量数、原子相对原子质量、元素的相对原子质量的区别和联系——教学大纲要求低于高考要求。

● 知识精讲 ●——经典例题

一、原子:化学变化中的最小粒子

化学变化是在原子层次上的变化。

1. 原子的构成



原子核所带正电量跟核外电子所带负电量相等,所以原子不显电性,是电中性微粒。

例 1 (2000 年全国高考)C—NMR(核磁共振)可以用于含碳化合物的结构分析。 ${}^{13}\text{C}$ 表示碳原子()

A 核外有 13 个电子,其中 6 个能参与成键

相对原子量为 13
质子数为 6 的碳原子

Magic



魔法化学专题突破 物质结构与元素周期律·····

- ⑤ 核内有 6 个质子,核外有 7 个电子
- ⑥ 质量数为 13,原子序数为 6,核内有 7 个质子
- ⑦ 质量数为 13,原子序数为 6,核内有 7 个中子

解析: $^{13}_6\text{C}$ 表示 C 原子内有 6 个质子,7 个中子,质量数为 13,原子核外有两个电子层,只有最外层电子能参与化学反应。

答案: D

评注与反思: 本题主要考查原子的组成及原子中各粒子数间的关系。 $^{13}_6\text{C}$ 中“13”表示质量数,而“6”表示核电荷数(质子数),质子数也与该原子的核外电子数相等。

一定掌握 ^A_ZX 的含义, 质量数 (A) = 质子数 (Z) + 中子数 (N)。

2. 原子核中核电荷数和质子数、电子数的关系

① 中性原子: 核电荷数 = 核内质子数 = 核外电子数

② 阴离子 ($^m_n\text{X}^{n-}$): 原子得电子形成, 得几个电子就带几个单位负电荷。质子数 = 核外电子数 - 带电荷数

阴离子: 质子数 < 核外电子数。

③ 阳离子 ($^m_n\text{X}^{n+}$): 原子失电子形成, 失 m 个电子就带 m 个单位正电荷。质子数 = 核外电子数 + 带电荷数

阳离子: 质子数 > 核外电子数。

例 2 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

- ④ 其原子核内中子数和质子数都是 112
- ⑤ 其原子核内中子数为 165, 核外电子数为 112
- ⑥ 其原子质量是 ^{12}C 原子质量的 277 倍
- ⑦ 其原子质量与 ^{12}C 原子质量比为 277 : 12

原子核内质子数 = 核电荷数 = 原子序数。

解析: 若该元素为 X, 则可表示为 $^{277}_{112}\text{X}$, 则中子数 = 质量数 - 质子数 = 277 - 112 = 165, 核外电子数为 112, 因此 A 错误, B 正确。据同位素相对原子质量的定义, 知 C 错, D 正确。

答案: BD



Magic



第一节 原子的组成.....

评注与反思:本题中易出错的是D选项,许多同学误认为两种原子的质量比与质量数之比不相等。

3. 原子的质量与构成粒子的质量

①质子、中子、电子质量比较

$$m(\text{质子}) = 1.6726 \times 10^{-27} \text{ kg} \approx m(\text{中子})$$

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

$$m(\text{电子}) \approx \frac{m(\text{质子})}{1836}$$

原子质量主要集中在原子核上。

$$\text{原子质量} = \text{原子核质量} + \text{核外电子质量} \approx \text{原子核质量}。$$

②质子、中子的相对质量

粒子实际质量与 ^{12}C 质量的 $1/12$ 相对比而得到。

$$\text{质子相对质量} = \frac{m(\text{质子})}{m(^{12}\text{C})/12} = \frac{1.6726 \times 10^{-27} \text{ kg}}{1.997 \times 10^{-26} \text{ kg}/12} = 1.007 \approx 1$$

$$\text{中子相对质量} = \frac{m(\text{中子})}{m(^{12}\text{C})/12} = \frac{1.6748 \times 10^{-27} \text{ kg}}{1.997 \times 10^{-26} \text{ kg}/12} = 1.008 \approx 1$$

忽略电子

③原子的质量数:原子核内质子和中子的相对质量取近似整数值得加起来所得数值。

1个质子、中子的相对质量的整数值为1。

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

例3 某文献记载的数据有:

^{35}Cl 34.969 75.77% ^{35}Cl 35 75.77%

^{35}Cl 36.966 24.23% ^{35}Cl 37 24.23%

平均 35.453 平均 35.485

试指出下列各数的含义:

(1) 34.969 _____; (2) 35.453 ^{35}Cl 的相对

(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知:34.969 表示 ^{35}Cl 的同位素相对原

Magic



魔法化学专题突破 物质结构与元素周期律.....

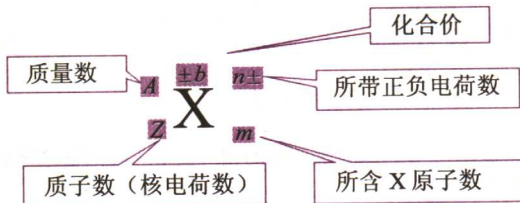
子质量;35.453表示氯元素的相对原子质量;35表示 ^{35}Cl 的质量数;35.485表示氯元素的近似相对原子质量;24.23%表示氯元素的天然同位素中 ^{37}Cl 所占的原子个数百分比(丰度)。

答案:下划线所示。

评注与反思: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,从而准确把握“六种量”的概念及相互关系。

概念很多且相互关联,一定要细心掌握呀!

4. 粒子符号中各数字的含义



例4 X、Y、X和R分别代表四种元素,如果 ${}_a\text{X}^{m+}$ 、 ${}_b\text{Y}^{n+}$ 、 ${}_c\text{Z}^{n-}$ 、 ${}_d\text{R}^{m-}$ 四种离子的电子层结构相同(a 、 b 、 c 、 d 为元素的原子序数)。则下列关系正确的是()

☐ A $a-c=m-n$

☐ B $a-b=n-m$

☐ C $c-d=m+n$

☐ D $b-d=n+m$

粒子的表达式。

解析:据题意知,四种粒子的核外电子数分别是: ${}_a\text{X}^{m+}$: $a-m$; ${}_b\text{Y}^{n+}$: $b-n$; ${}_c\text{Z}^{n-}$:

四种粒子电子层结构相同,即核外电子数相同

$c+n$; ${}_d\text{R}^{m-}$: $d+m$ 。因此根据题目已知有: $a-m=c+n$,即: $a-c=m+n$; $a-m=b-n$ 即: $a-b=m-n$; $c+n=d+m$ 即: $c-d=m-n$,所以A、B、C均不正确,应选D。

答案:D



Magic



第一节 原子的组成

评注与反思: 本题考查了离子的组成粒子间的相互关系, 解析中一定要将原子组成的知识迁移到离子组成上, 这样才能理解关系, 解决问题。同时要充分利用已知条件。

二、同位素

1. 元素: 具有相同核电荷数(即质子数)的同一类原子的总称。

决定元素的种类。

质子数相同的原子或离子。

元素是一类原子总称, 只讲种类不讲个数。

例 5 对 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 、 Fe 三种粒子的判断不正确的是()

A 核电荷数相同

C 属于同一种元素

B 质量不相等

D 核外电子数相同

Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 是带电荷的原子, 且质子数相同。

解析: 只要元素符号相同就表示是同种元素, 其核电荷数一定相同, 但核外电子数要看具体粒子, 而得失电子发生的质量变化可忽略不计, 故三种粒子质量几乎相同。电子质量太小。

答案: BD

评注与反思: 同种元素一定相同的是质子数(核电荷数), 而电子数、质量不一定相等。元素符号相同一定属同种元素, 但符号不同也可能属同种元素。

同种元素的原子和离子。

H、D、T均为氢原子, 属同种元素。

2. 同位素

①核素: 具有一定质子数和中子数的原子。

原子又叫核素, 既讲种类, 也讲个数。

Magic



魔法化学专题突破 物质结构与元素周期律·····

②**同位素**:具有相同质子数和不同中子数的同一元素的原子互称**同位素**。

在周期表中占同一位置。

同种元素的核素间的互称。

同位素原子的质子数相同,核外电子数也相同,故同位素原子的化学性质相同。

③**同位素**与**同素异形体**

同种元素组成的不同单质。

同种元素的不同原子如 ^1H 、 ^2H 、 ^3H 等。

例 6 原子 $^{12}_6\text{C}$ 和 $^{13}_6\text{C}$ 和 $^{14}_6\text{C}$, 它们不相同的是 ()

A 质子数

B 中子数

C 核外电子数

D 核外电子排布

解析: 12、13、14 分别是表示碳的三种同位素的质量数, 碳的质子数相同, 但中子数不同。又因三种粒子均为原子, 故电子数也相同, 核外电子排布也相同。因此应选择 B。

答案: B

评注与反思: 同位素原子的相同点是质子数相同, 中子数不同, 但电子数相同, 因而核外电子排布也相同。

忘了 $^A_Z\text{X}_m$ 中 A、Z、n、m 的含义了吗?

三、相对原子质量

1. 核素(同位素)的相对原子质量

①定义: 一种核素的实际质量与一个 $^{12}_6\text{C}$ 原子质量的 $1/12$ 相比较所得数值。

原子相对原子质量不是一个单纯比值, 它有单位“-”、符号“1”, 但通常把它们省略。

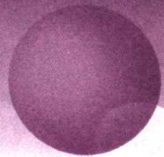
②计算: 相对原子质量 = $\frac{m(\text{原子})}{m(^{12}_6\text{C})/12}$ 如:

$$^{16}_8\text{O} \text{ 的相对原子质量} = \frac{m(^{16}_8\text{O})}{m(^{12}_6\text{C})/12} = \frac{2.657 \times 10^{-26} \text{ kg}}{1.993 \times 10^{-26} \text{ kg} \times 1/12} = 15.998$$

2. 元素的相对原子质量



Magic



第一节 原子的组成.....

不是质量分数，是个数百分比，又叫丰度。

①定义：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计算出来的平均值。

不是直接与 ^{12}C 质量相比较的值。

②计算：元素相对原子质量 $\bar{M} = M_1 \cdot a\% + M_2 \cdot b\% + M_3 \cdot c\% \cdots$ 其中 M_1 、 M_2 、 $M_3 \cdots$ 表示各同位素原子的相对原子质量， $a\%$ 、 $b\%$ 、 $c\% \cdots$ 表示各同位素原子的丰度。

例 7 硼元素的平均相对原子质量为 10.8，则自然界 ^{10}B 和 ^{11}B 的原子个数比为 (D)

A 1:1

B 1:2

C 1:3

D 1:4

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

解法二：本题可用“十字交叉法”进行求解：

$$\begin{array}{ccc} ^{11}\text{B} & 11 & 10.8 - 10 = 0.8 \\ & \diagdown & \diagup \\ & 10.8 & \\ & \diagup & \diagdown \\ ^{10}\text{B} & 10 & 11 - 10.8 = 0.2 \end{array}$$

$$N(^{11}\text{B}) : N(^{10}\text{B}) = 4 : 1$$

哪种方法更简单？若计算题怎样做易表达？

答案：D

评注与反思：“十字交叉法”是解决“二组分”比值计算的最简捷的方法。例

两种气体或溶液组成的混合体系。

如求解两种物质组成混合物的质量分数、体积分数等。

3. 元素的近似相对原子质量

①定义：同位素原子的质量数乘以其丰度所得乘积的代数和。

元素的相对原子质量是利用同位素原子的相对原子质量计算出来的，而元素的近似相对原子质量是原子质量数与其丰度乘积之和。

Magic



魔法化学专题突破 物质结构与元素周期律·····

②计算:元素的近似相对原子质量 $\bar{M} = A_1 \cdot a\% + A_2 \cdot b\% + A_3 \cdot c\% \cdots$ 其中 $A_1, A_2, A_3 \cdots$ 分别是同位素原子的质量数, $a\%, b\%, c\% \cdots$ 分别是各同位素原子的丰度。

例 8 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;其中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

利用排列组合方法计算一下。

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。X 两种同位素,所形成的三种分子中,相对分子质量为 158、162 的两种是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。

正确判断同位素的种类是解题的关键。

答案:C

评注与反思: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。

思维跨越 范例剖析

元素、核素、同位素三者的区别与联系

1. 三者的区别

①元素是一类原子的总称,这类原子具有相同质子数和相同电子数,决定元素

种类的是质子数(核电荷数)。

质子数相同的原子和离子均属同种元素,如 Na^+ 与 Na 均属钠元素。