



上海市教辅畅销品牌

新高考新思路

XINGAOKAO XINSILU FUDAO YU XUNLIAN

辅导与训练

化学 *HUAXUE*

主编 陈寅

高中一年级第一学期

上海科学技术出版社

辅导与
训练

新高考 新思路

辅导与训练

化 学

主 编
陈
寅

高中一年级第一学期



上海科学技术出版社

内 容 提 要

《新高考新思路辅导与训练 化学 高中一年级第一学期》一书依据上海市二期课改化学学科课程标准,并根据 2017 年新高考综合改革方案、课程标准调整意见,适应课程标准的变化和学业水平合格性考试、等级性考试的要求编写而成。全书按章节编写,每章节由要点归纳、疑难分析、达标练习等部分组成,章末设有本章测试,力求通过典型例题的辅导和精选习题的训练,帮助学生牢固掌握化学基础知识、克服学习困难,即学即达合格性考试的标准。每章另设进阶提高,衔接化学基础型课程和拓展型课程,将同步知识与等级性考试有机结合,帮助学生预热等级性考试。

图书在版编目(CIP)数据

新高考新思路辅导与训练. 化学. 高中一年级. 第一学期/陈寅主编. — 上海: 上海科学技术出版社, 2017. 10
ISBN 978-7-5478-3611-8

I. ①新… II. ①陈… III. ①中学化学课—高中—
教学参考资料 IV. ①G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 152810 号

责任编辑 胡恺岩

新高考新思路辅导与训练 化学 高中一年级第一学期
主编 陈 寅

上海世纪出版(集团)有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社
(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235 www.sstp.cn)
常熟市兴达印刷有限公司印刷
开本 787×1092 1/16 印张 9.25
字数 197 千字
2017 年 10 月第 1 版 2017 年 10 月第 1 次印刷
ISBN 978-7-5478-3611-8/G·787
定价: 32.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题, 请向印刷厂联系调换

出版说明

上世纪90年代初,上海科学技术出版社约请了上海教材主编和一些著名中学的资深教师推出《辅导与训练》丛书,涉及数学、物理、化学等出版社的优势学科。这套丛书在使用过程中,经多次修订改版,一直以“辅导得当、训练有素”而深受广大师生的青睐,已经成为上海市场的品牌教辅。

本世纪初,为适应上海“二期课改”的需要,我社根据新课标教材,又相继推出了《新教材辅导与训练》《新思路辅导与训练》丛书,同样受到读者好评。现在,我社在总结各版优点的基础上,根据课程标准、2017年新高考综合改革方案、课程标准调整意见,推出《新高考新思路辅导与训练》丛书,旨在帮助学生理解教材、及时消化所学的知识内容(基本知识、基本技能和相关的重点、难点),克服学习上的困难,增长自学能力,提高学科素质。

《新高考新思路辅导与训练 化学(高中一年级第一学期)》是以上海市中学化学课程标准、2017年新高考综合改革方案等资料为依据编写,内容紧密配合课本,专为高一年级学生而精心设计编写的。本书在整体上以章节为单位进行编写,每节设有要点归纳、疑难分析、达标练习等栏目,每章另设进阶提高栏目并配有本章测试。

要点归纳: 归纳本节学习的要点知识,方便学生归纳、复习。

疑难分析: 根据教学需要精选典型例题,例题讲解细致,分析透彻,层次鲜明,旨在将疑难问题的解决置于“润物细无声”的境地,让学生通过研读例题做到举一反三,提高解题能力。

达标练习：针对本节的教学内容，为每个知识点或思想方法编写基础性题目。在习题的内容、数量上都以精选为标准，力图使学生在最短的时间内掌握基础知识，使有关教学内容得以巩固和落实，达到合格性考试要求。

进阶提高：在落实基础的前提下，通过一些问题与练习，衔接基础型课程与拓展型课程，提高学生的学习积极性，拓展学习视界，提高解题技巧，挑战思维能力，帮助学生预热等级性考试。

本章测试：每章设置一个本章测试，考查学生对该章与以前各章内容综合运用知识、解决实际问题的能力，促进能力的培养和智力的发展。

本书由陈寅任主编，陈寅、尤颖欣、徐炎编写。

为高中师生提供适用而又有指导意义的辅导书，是我们一贯的心愿，也是当前教学的需要。对于我们所作的努力和尝试，诚挚地期望广大读者给予批评和指正。

上海科学技术出版社
2017年4月

目 录

第1章 打开原子世界的大门	1
1.1 从葡萄干面包原子模型到原子结构的行星模型	1
1.2 原子结构和相对原子质量	6
1.3 揭开原子核外电子运动的面纱	15
进阶提高	22
本章测试	25
第2章 开发海水中的卤素资源	30
2.1 以食盐为原料的化工产品	31
2.2 海水中的氯	42
2.3 从海水中提取溴和碘	53
进阶提高	67
本章测试	72
第3章 探索原子构建物质的奥秘	76
3.1 离子键	76
3.2 共价键	82
进阶提高	88
本章测试	92
第4章 剖析物质变化中的能量变化	96
4.1 物质在溶解过程中有能量变化吗	96
4.2 化学变化中的能量变化	105
4.3 化学能转化为电能——原电池	116
进阶提高	124
本章测试	129
参考答案与提示	134

第 1 章 打开原子世界的大门

原子是化学变化中的最小微粒,是人类探索物质微观世界大门的钥匙。人类对原子的认识经历了几个不同的阶段。科学家发现的原子结构理论揭示了核外电子的运动状态及其排布规律,为预测元素的性质、探索新的元素提供了科学的依据,有助于更深刻地揭示化学反应的基本规律。以下是本章主要的学习内容和要求:

	学习内容	学习水平
原子核	原子和原子核的组成	A
	原子结构模型	A
	同位素	B
	质量数	A
	元素的相对原子质量	A
核外电子的排布	核外电子排布的规律	B
	原子结构示意图	B
	电子式	B
离子	常见的离子符号	A
	离子结构示意图	B

1.1 从葡萄干面包原子模型到原子结构的行星模型



要点归纳

1. 原子结构模型的探索

(1) 古代朴素的物质观:

① 我国战国时期的《庄子》中记载了物质无限可分的思想:“一尺之棰,日取其半,万世不竭。”

② 我国战国时期的墨子认为物质被分割是有条件的:“端,体之无序而最前者也。”

③ 古希腊哲学家德谟克利特提出了古典原子论,认为物质由极小的称为“原子”的微粒构成。

(2) 近代原子论:英国物理学家和化学家道尔顿提出了近代原子学说,其要点为:化学元素均由不可再分的微粒构成,这种微粒称为原子;原子在一切化学变化中均保持其不可再分性;同种元素的原子的各种性质和质量都相同;不同元素化合时,这些元素的原子按简单整数比结合成化合物。

(3) 原子可再分:

① 1897年,英国科学家汤姆孙发现从阴极发射的带电粒子的荷质比有确定数值,由此断定这种带电粒子是负电荷的基本单元——电子。1904年,他提出了葡萄干面包原子模型。

② 1896年,法国物理学家贝克勒尔发现铀盐有放射性,之后居里夫妇等人也进一步研究了物质的放射性,这些研究动摇了原子不可再分和不可改变的传统观念。

③ 1909年,英国物理学家卢瑟福及其同事做了著名的 α 粒子散射实验,并于1911年提出了原子结构的行星模型。

2. α 粒子散射实验

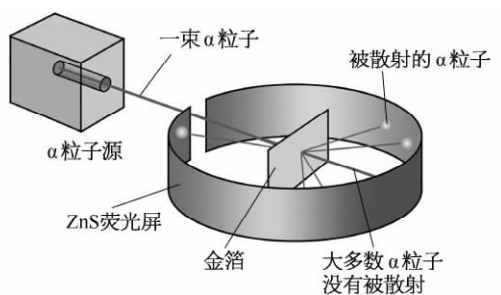
1909年,由卢瑟福领导的实验小组开始进行一系列在科学史上具有划时代意义的实验, α 粒子散射实验便是其中广为人知的实验之一。这个实验揭示出原子的内部结构跟汤姆孙提出的模型完全不同。

(1) 实验中覆盖有金属铅的盒子里装有放射性元素钋。

① 当钋分裂时,可释放出氦核,其中包括2个质子和2个中子,这种氦核称为 α 粒子。

② 由于 α 粒子没有电子,所以带正电。

(2) 如右图所示,当 α 粒子流撞击金箔时,大多数 α 粒子可以直接通过,而少量的 α 粒子发生了偏移,还有一些甚至直接反弹回来。



① 原子内部几乎是空的。

② 原子内部有一个体积很小、密度很大且带正电荷的中心核。

(3) 金箔、ZnS 荧光屏在实验中起到的作用:

① 金具有优良的延展性,可以压制成只有几个原子厚的金箔。

② 当带正电荷的粒子撞击到 ZnS 荧光屏时,ZnS 荧光屏上就会发光,可以通过闪光来测量。

3. 在探索原子结构中所运用的模型方法和实验方法

① 在有关物质构成的认识中,古代学者运用了哲学思想,提出了朴素唯物主义的原子论观点。虽然,这些观点只是哲学家从自然哲学角度对化学进行的思考,但已涉及化学中最基本的概念和理论。当然,这些只是建立在观察自然现象基础上臆想出的假说,缺乏科学依据。

② 在认识原子结构的过程中,近现代科学家运用了实验、模型等科学方法。例如,1909年卢瑟福及其同事做了著名的 α 粒子散射实验,并于1911年提出了原子结构行星模型,即原子是由带正电荷的质量很集中的很小的原子核和在它周围运动着的带负电荷的

电子组成的,就像行星绕太阳运转一样。



疑难分析

例 1 19 世纪末至 20 世纪初,首先发现原子具有可分性的科学家是()。

(A) 道尔顿 (B) 汤姆孙 (C) 卢瑟福 (D) 玻尔

[解答] B

[分析] 19 世纪初,英国物理学家和化学家道尔顿研究了多项气体实验,为解释化学反应的比例关系,提出了他的原子论,这是人类首次通过科学实践揭示物质的微观结构,对之后的物理和化学学科发展产生了深远影响。深受道尔顿原子论的影响,19 世纪末人们坚信原子是坚硬的、实心的球体,是不可分割的。电子的发现和放射性现象说明了原子是可再分的微粒,原子是有结构的。英国科学家汤姆孙发现了电子并提出了原子结构的葡萄干面包模型,而电子的发现就说明原子是可以再分的。

英国物理学家和化学家道尔顿提出了近代原子论,英国物理学家卢瑟福做了 α 粒子散射实验并提出原子结构的行星模型,丹麦科学家玻尔提出了定态跃迁原子模型。

例 2 1911 年,英国物理学家卢瑟福(1871—1937)把一束变速运动的 α 粒子(质量数为 4 的带 2 个单位正电荷的氦离子)射向一片极薄的金箔。他惊奇地发现,过去一直认为原子是“实心球体”,而由这种“实心球体”——金原子紧密排列而成的金箔,竟被大多数 α 粒子畅通无阻地通过,就像金箔不在那儿似的,但也有极少数的 α 粒子发生偏转,甚至被笔直地弹回。

请根据以上实验现象,得出关于金原子结构的一些结论,试写出其中的三点:

- (1) _____。
- (2) _____。
- (3) _____。

[解答] (1) 金原子内部的绝大部分是中空的,且存在一个体积很小而又很坚硬的不能穿透的核 (2) 金原子核带正电荷,且电荷数远大于 α 粒子的电荷数 (3) 金原子核的质量远大于 α 粒子,即金原子核的密度极大。

[分析] 卢瑟福所做的上述实验就是著名的 α 粒子散射实验。解答本题,需要立足在道尔顿的近代原子论基础上,也就是原子是一种实心球体。然后,我们会发现 α 粒子散射实验的现象与原子是“实心球体”之间存在着巨大的矛盾。例如,“大多数 α 粒子畅通无阻地通过金箔”这一现象,说明原子的内部很“空敞”,原子不是实心的;再如,用 α 粒子作为炮弹去轰击金箔是因为 α 粒子质量大,速度快,带正电荷,能对其他带电微粒产生较强作用等。

卢瑟福通过 α 粒子散射实验认识了原子核的存在,提出了原子结构行星模型——原子中心有一个原子核,它集中了原子全部的正电荷和几乎全部的质量,而带负电的电子在核外空间绕核高速运动。通过该实验装置,还能根据不同散射角的 α 粒子比例,估算出原子核电荷数。他当时计算出金原子核电荷数为 100 ± 20 ,与现知的金的核电荷数 79 非常接近。



达标练习

一、选择题(每小题只有 1 个正确选项)

1. 下列古代和近代的哲学家和科学家中,认为物质是无限可分的是()。

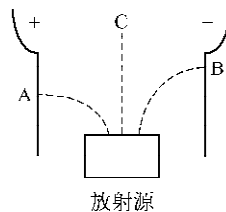
- (A) 中国哲学家惠施 (B) 中国哲学家墨子
(C) 古希腊哲学家德谟克利特 (D) 英国物理学家和化学家道尔顿
2. 中国古代认为“物质的分割是有条件的”代表人物是()。
(A) 孔子 (B) 孟子 (C) 惠施 (D) 墨子
3. 古代哲学家们形成的不少有关物质构成的观点最终都没能成为科学,是因为()。
(A) 古人的思辨能力不强 (B) 古人的观点没有实验依据
(C) 古人的协作精神不够 (D) 古人的分析推理能力较弱
4. 下列科学家中,提出近代原子论的是()。
(A) 德谟克利特 (B) 道尔顿 (C) 亚里士多德 (D) 汤姆孙
5. 道尔顿的原子学说曾经起了很大作用。他的学说中包含下列三个论点:①化学元素均由不可再分的微粒构成,这种微粒称为原子;②原子在一切化学变化中均保持其不可再分性;③同种元素的原子的各种性质和质量都相同。从现代的观点看,你认为这三个论点中,不正确的是()。
(A) 只有③ (B) 只有①③ (C) 只有②③ (D) ①②③
6. 19 世纪初,道尔顿的理论开辟了化学科学全面、系统发展的新时期。下列说法中,不属于该理论的是()。
(A) 原子是组成物质的“最终质点”,它不能分割,不能创造,也不能毁灭
(B) 有些原子能组成分子,如每个氧分子由两个氧原子构成
(C) 同一元素的原子,其质量和各种性质都相同
(D) 不同元素的原子可以简单整数比化合
7. 19 世纪末,人们开始揭示原子内部的秘密。最早发现电子的科学家是()。
(A) 法国化学家拉瓦锡 (B) 瑞典化学家舍勒
(C) 英国物理学家和化学家道尔顿 (D) 英国科学家汤姆孙
8. 英国科学家汤姆孙在打开原子结构大门中的伟大贡献是()。
① 发现了电子 ② 提出了原子结构的模型 ③ 打破了原子不可再分的传统观念
④ 提出了原子是由带正电的物质和电子构成的
(A) ①③ (B) ②④ (C) ①②③ (D) ①②③④
9. 19 世纪末,发现 X 射线的科学家是()。
(A) 伦琴 (B) 贝克勒尔 (C) 卢瑟福 (D) 居里夫人
10. 元素放射性现象的出现,说明()。
(A) 所有元素都有放射性现象
(B) 只有铀元素才有放射性现象
(C) 放射性元素在衰变过程中质量和能量均会减少
(D) 元素的放射性现象不是自发的,需要阳光照射来引发
11. 英国科学家汤姆孙提出葡萄干面包原子模型的主要依据是()。
① 原子的构成中有电子 ② 原子的构成中有质子
③ 原子的构成中有中子 ④ 整个原子是呈电中性的

(A) ①② (B) ①③ (C) ①④ (D) ②④

12. 英国物理学家卢瑟福通过实验证明葡萄干面包原子模型与原子结构的实际不符,从而提出原子结构的行星模型。该实验是()。
- (A) 铀盐具有放射性 (B) 原子产生看不见的 X 射线
(C) 用 α 粒子轰击金箔 (D) 发现 α 、 β 、 γ 三种射线
13. α 粒子的散射实验表明,原子中存在()。
- (A) 运动极快且带负电的电子 (B) 质量较大而体积较小的核
(C) 由质子和中子两种微粒构成的核 (D) 做高速运动的原子核
14. 下列对 α 粒子散射实验的解释中,不正确的是()。
- (A) 能产生大角度偏转的 α 粒子是穿过原子时离原子核近的 α 粒子
(B) 使 α 粒子产生偏转的力主要是库仑力
(C) 原子核很小, α 粒子接近它的机会很少,故绝大多数 α 粒子仍沿原来方向前进
(D) 使 α 粒子产生偏转的力主要是原子中电子对 α 粒子的作用力
15. 下列关于原子概念的叙述中,正确的是()。
- (A) 在化学反应中不能再分的微粒 (B) 由原子核和核外电子构成的微粒
(C) 化学变化中的最小微粒 (D) 不能再分的最小微粒
16. 1999 年度诺贝尔化学奖获得者艾哈迈德·泽维尔,开创了飞秒(1×10^{-15} s)化学的新领域,使运用激光光谱技术观测化学反应时分子中原子的运动成为可能。你认为该技术不能观察到的现象是()。
- (A) 化学反应中反应物分子的分解 (B) 反应中原子的运动
(C) 化学变化中分子的形成 (D) 原子核内部的结构

二、综合题

17. 人们对原子结构的认识经历了几个历史阶段,也因此留下了人类探究原子结构奥秘的足迹。
- (1) 古希腊哲学家德谟克利特提出了_____。
- (2) 英国物理学家和化学家道尔顿于 1803 年提出了_____。
- (3) 英国科学家汤姆孙于 1903 年提出了_____。
- (4) 英国物理学家卢瑟福于 1911 年提出了_____。
18. 在人们认识原子结构的过程中,科学家曾使用过不少科学研究方法。其中,有一种方法是_____,如葡萄干面包原子模型、行星模型等。还有一种方法是_____,如卢瑟福的 α 粒子散射实验。
19. 放射性元素的原子具有放射性,更进一步说明了原子是有结构的。英国物理学家卢瑟福在研究元素放射性时发现了三种放射性射线,图中 A、B、C 就分别代表三种射线。其中:A 代表_____,本质上是_____ ; B 代表_____,本质上是_____ ; C 代表_____,本质上是_____。



(第 19 题)

20. 填表。

射线 \ 性质	粒子流 还是电磁波	带电情况	质量 (以 ^{12}C 的 $\frac{1}{12}$ 为标准)	穿透力强弱
α				
β				
γ				

21. 现代原子结构理论认为,原子是由原子核和_____构成的,其中构成原子核的是_____和_____。
22. 1908年,卢瑟福因其在科学上作出巨大贡献而获得诺贝尔化学奖。
- (1) 在研究原子结构时,对汤姆孙的葡萄干面包原子模型,他进行了思索。如果这个模型的假设是正确的,那么用质量大而体积小、高速运动的微粒轰击金属薄膜,这一微粒应该是_____ (填“直线穿过”或“折线穿过”)金属薄膜。
- (2) 根据上述想法,卢瑟福用 α 粒子轰击金箔, α 粒子的符号是_____。实验的结果是绝大部分 α 粒子_____,说明原子内部是_____ (填“实心的”或“中空的”)。极少数 α 粒子穿过金箔时发生了_____,有个别的 α 粒子竟然偏转了 180° ,被_____,说明原子中存在着体积很_____ (填“小”或“大”)、质量很_____ (填“小”或“大”)的_____。
- (3) 卢瑟福在探索原子结构的整个过程中,体现了一般的科学探索过程,即_____,_____,_____,_____。他在此基础上,提出了原子结构_____模型。
23. 2011年是国际化学年,也是居里夫人获得诺贝尔化学奖100周年。居里夫人发现的两种化学元素的元素符号和中文名称分别是_____,_____和_____,_____。
24. 现在,科学家正在探索“反物质”。反物质是由反粒子构成的,反粒子与其对应的正粒子具有相同的质量与相同的电量,但电性相反。据此回答:
- (1) 若存在反 α 粒子,它的质量数为_____,电荷为_____。
- (2) 通常用 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ 表示酸碱中和反应,那么表示反物质酸碱中和反应的离子方程式是_____。

1.2 原子结构和相对原子质量

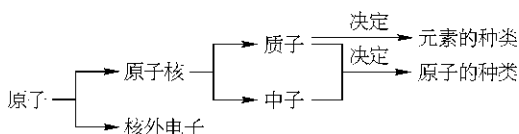


要点归纳

1. 原子的组成

(1) 原子:

- ① 原子是构成物质的一种微粒,由位于原子中心的原子核和核外电子构成的。



② 原子很小,其直径一般在 10^{-10}m 数量级。原子核更小,其半径约是原子的万分之一,故它的体积只占原子体积的几千亿分之一。

③ 电子的质量很小,约占质子质量的 $\frac{1}{1836}$,原子的质量主要集中在原子核上,因此原子核的密度极大。

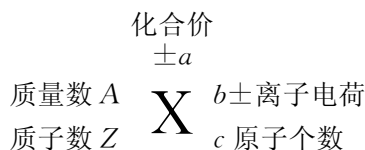
④ 原子核内质子数(Z)和中子数(N)的总和称为质量数(A)。

(2) 构成原子的各微粒数目之间的关系:

① 核电荷数=核内质子数=核外电子数。

② 质量数(A) = 质子数(Z) + 中子数(N)。

(3) 元素符号角标的意义:



2. 同位素

(1) 具有相同质子数和不同中子数的同一种元素的原子互称为同位素。同位素可表示为 ${}_Z^AX$ 。例如,氢元素有 ${}_1^1\text{H}$ 、 ${}_1^2\text{H}$ 、 ${}_1^3\text{H}$ 三种同位素,碳元素有 ${}_6^{12}\text{C}$ 、 ${}_6^{13}\text{C}$ 等同位素。

(2) 同种元素的不同种同位素的化学性质几乎完全相同;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百分率一般是不变的。

(3) 放射性同位素在科学研究和生产、生活中有着广泛的应用。化学上,利用“原子示踪法”研究某些化学反应的机理;医学上,利用放射线对肿瘤进行“放射治疗”;工业上,利用放射线探测金属器件的缺陷;农业上,利用放射性同位素进行育种。

3. 元素的相对原子质量

(1) 同位素(原子)的相对原子质量是其原子的实际质量与 ${}_{6}^{12}\text{C}$ 原子质量的 $\frac{1}{12}$ 的比值。

(2) 元素的相对原子质量是它的各种同位素的相对原子质量根据其所占的原子百分率计算而得的平均值。

$$\bar{A} = A_1 \cdot a_1\% + A_2 \cdot a_2\% + \cdots + A_n \cdot a_n\%$$

上式中, \bar{A} 是元素的相对原子质量, A_1, A_2, \cdots, A_n 是该元素各种同位素的相对原子质量, $a_1\%, a_2\%, \cdots, a_n\%$ 是各同位素所占的原子百分率。例如,氯元素的相对原子质量为: $34.969 \times 75.77\% + 36.966 \times 24.23\% \approx 35.453$ 。

(3) 质量数在数值上约等于该同位素的相对原子质量,用质量数可以计算元素的近

似相对原子质量。元素的近似相对原子质量是该元素的各种同位素的质量数根据其所占的原子百分率计算而得的平均值。例如,氯元素的近似相对原子质量为: $35 \times 75.77\% + 37 \times 24.23\% \approx 35.485$ 。

4. 物质的量

(1) 阿伏加德罗常数(N_A):科学上,用 $0.012 \text{ kg } ^{12}\text{C}$ 所含的原子数作为标准衡量微粒集体所含微粒数目的多少。 $0.012 \text{ kg } ^{12}\text{C}$ 所含的原子数称为阿伏加德罗常数,用 N_A 表示,单位是 mol^{-1} 。阿伏加德罗常数由实验测定,一般情况下采用 6.02×10^{23} 这个非常近似的数值。

(2) 物质的量(n):物质的量与长度、时间、质量等一样,是一种物理量的名称,它是国际单位制(SI制)中7个基本量之一。物质的量的单位是摩尔,单位符号是 mol。摩尔是国际单位制的第7个基本单位,每摩尔物质含有阿伏加德罗常数个微粒。

$$\text{物质的量}(n) = \frac{\text{微粒个数}(N)}{\text{阿伏加德罗常数}(N_A)}$$

(3) 摩尔质量:1 mol 物质的质量叫作该物质的摩尔质量,单位是 g/mol ,数值上跟该物质的式量相同。

$$\text{物质的量}(n) = \frac{\text{物质的质量}(m)}{\text{摩尔质量}(M)}$$



疑难分析

例 1 2013年12月2日,“嫦娥三号”探测器在中国西昌卫星发射中心由“长征三号乙”运载火箭送入太空,标志中国探月工程进入新的发展阶段。据科学家预测,月球的土壤中吸附着数百万吨的 ${}^3_2\text{He}$,每百吨 ${}^3_2\text{He}$ 核聚变所释放出的能量相当于目前人类一年消耗的能量。在地球上,氦元素却主要以 ${}^4_2\text{He}$ 的形式存在。下列说法中,正确的是()。

- (A) ${}^4_2\text{He}$ 原子核内含有4个质子
- (B) ${}^3_2\text{He}$ 与 ${}^4_2\text{He}$ 互为同位素
- (C) ${}^3_2\text{He}$ 原子核内含有3个中子
- (D) ${}^4_2\text{He}$ 的最外层电子数为2,所以 ${}^4_2\text{He}$ 具有较强的金属性

[解答] B

[分析] 理解原子的构成、同位素的概念、元素符号中各数字的含义是解答本题的关键。 ${}^3_2\text{He}$ 和 ${}^4_2\text{He}$ 的质子数都为2,中子数分别为1、2,它们互为同位素。选项(A)和(C)意在考查元素符号周围不同角标的含义,左上角表示同位素的质量数,故选项(A)和(C)均错误。选项(B)意在考查同位素的定义及表示方法,选项正确。选项(D)意在考查原子核外最外层电子的多少与元素原子性质的关系, He 原子只有1个电子层,最多也只能拥有2个电子,较难得失电子,化学性质稳定。

例 2 若某元素原子核内的质子数为 m ,中子数为 n 。下列说法中,正确的是()。

- (A) 这种元素的相对原子质量为 $m + n$
- (B) 若碳原子的质量为 $w \text{ g}$,则该原子的质量为 $(m + n)w \text{ g}$
- (C) 该原子核内中子的总质量小于质子的总质量

(D) 不能由此确定该元素的相对原子质量

[解答] D

[分析] 解答有关元素相对原子质量的题目,需理解其核心和外围的某些概念,例如原子的质量、质量数、同位素(原子)的相对原子质量、元素的相对原子质量、元素的近似相对原子质量等,此外还要知道元素相对原子质量的计算方法。

选项(A)中, $m+n$ 仅表示该种原子的质量数,它既不是该种原子的相对原子质量,更不能代表该元素的相对原子质量。选项(B)混淆了相对原子质量和原子质量的概念,原子质量是原子的实际质量,原子的相对质量是以 ^{12}C 质量的 $\frac{1}{12}$ 为标准的。选项(C)中,不同的原子其核内质子与中子数目的多少是不同的,因此无法判断中子和质子的总质量的差别,例如 $^{16}_8\text{O}$ 与 $^{18}_8\text{O}$ 。根据题目信息不能确定该元素的相对原子质量,故选项(D)正确。

例3 阿伏加德罗常数表示为 N_A 。下列叙述中,正确的是()。

(A) 1 mol N_2 所含质子数为 $28N_A$

(B) 0.1 mol H_2O 含有氢原子数的精确值为 1.204×10^{23} 个

(C) 0.5 mol NaCl 含 $0.5N_A$ 个 NaCl 的微粒

(D) 1 mol $^{18}\text{O}_2$ 含有 $16N_A$ 个中子

[解答] C

[分析] 本题考查了物质的量、阿伏加德罗常数、质量数、质子数等基本概念,以及如何在物质的质量与微粒数之间进行换算。物质的量是沟通微观和宏观的桥梁,是化学计量的基石,因此,牢固掌握物质的量及其他相关概念对化学计量意义重大。

N_2 是双原子分子,1个N原子的质子数为7,那么1 mol N_2 所含质子数为 $1 \times 2 \times 7 = 14 \text{ mol}$,即 $14N_A$,选项(A)错误。 6.02×10^{23} 是阿伏加德罗常数的近似值,而非精确值,所以0.1 mol H_2O 含有氢原子数的精确值应为0.2 mol或 $0.2N_A$,选项(B)错误。0.5 mol NaCl 的含义是含有0.5 mol(即 $0.5N_A$)个 NaCl 微粒的集合体,故选项(C)正确。重氧气 $^{18}\text{O}_2$ 中的 ^{18}O 是氧元素的一种同位素,氧原子的质子数为8,分析符号 ^{18}O 可知其中质量数为18,中子数应为10,所以1 mol $^{18}\text{O}_2$ 含有中子数 $= 1 \times 2 \times 10 = 20 \text{ mol}$ (或 $20N_A$),选项(D)错误。

例4 O_2 、 SO_2 、 SO_3 三者的质量比为2:4:5时,它们的物质的量之比为()。

(A) 2:5:5

(B) 1:2:3

(C) 1:1:1

(D) 2:2:3

[解答] C

[分析] 质量、物质的量和摩尔质量三者的换算是高中化学计量的基础,本题的解题关键在于清楚和熟悉质量、物质的量和摩尔质量三者的关系。

本题的关键是如何处理质量比2:4:5,有两种办法:一是把2:4:5看成质量分别为2 g, 4 g, 5 g;二是设 $m(\text{O}_2) = 2x$, $m(\text{SO}_2) = 4x$, $m(\text{SO}_3) = 5x$ 。突破这点后,就可以利用公式:物质的量(n) = $\frac{\text{物质的质量}(m)}{\text{摩尔质量}(M)}$,顺利解答。

设 $m(\text{O}_2) = 2x$, $m(\text{SO}_2) = 4x$, $m(\text{SO}_3) = 5x$,

因 $M(\text{O}_2) = 32 \text{ g/mol}$, $M(\text{SO}_2) = 64 \text{ g/mol}$, $M(\text{SO}_3) = 80 \text{ g/mol}$,

得 $n(\text{O}_2) = \frac{2x}{32} = \frac{x}{16} \text{ mol}$, $n(\text{SO}_2) = \frac{4x}{64} = \frac{x}{16} \text{ mol}$, $n(\text{SO}_3) = \frac{5x}{80} = \frac{x}{16} \text{ mol}$,

则 $n(\text{O}_2) : n(\text{SO}_2) : n(\text{SO}_3) = 1 : 1 : 1$ 。

例 5 硼有 ^{10}B 、 ^{11}B 两种天然同位素,硼元素的近似相对原子质量为 10.8,计算这两种同位素的原子百分率之比。

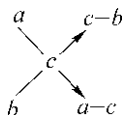
[解答] 1 : 4

[分析] 因为质量数在数值上近似等于该同位素的相对原子质量,所以元素的近似相对原子质量是该元素的各种同位素的质量数,根据其所占的原子百分率计算而得的平均值。根据题意设 ^{10}B 的原子百分率为 x ,则 ^{11}B 为 $1-x$ 。并列式: 硼元素的近似相对原子质量 = 10.8 = $10 \times x + 11 \times (1-x)$,解得 $x = 0.2$,则 ^{10}B 、 ^{11}B 的原子百分率之比为 1 : 4。

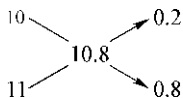
本题还可以运用十字交叉法解题。十字交叉法是进行二元组分混合物平均量与组分计算的一种简便方法。凡能列出一个二元一次方程组来求解的命题,均可用十字交叉法。原理如下:

$$\begin{cases} A+B=1 \\ aA+bB=c \end{cases} \Rightarrow aA+bB=c(A+B) \Rightarrow \frac{A}{B} = \frac{c-b}{a-c}$$

即表示为



因此本题还有另解如下:



即 1 : 4。

十字交叉法常用于求算:①有关平均相对原子质量;②有关平均相对分子质量;③有关混合气体体积分数;④有关混合物反应的计量等。



达标练习

一、选择题(每小题只有 1 个正确选项)

- 决定原子种类的微粒是()。

(A) 中子 (B) 质子
(C) 质子和中子 (D) 质子和电子
- 元素的种类和原子的种类相比,两者的数量关系是()。

(A) 前者多 (B) 后者多 (C) 两者相等 (D) 不能确定
- 2007 年诺贝尔化学奖得主格哈德·埃特尔对金属 Pt 表面催化 CO 氧化反应的模型进行了深入研究。下列关于 $^{202}_{78}\text{Pt}$ 的说法中,正确的是()。

(A) $^{202}_{78}\text{Pt}$ 和 $^{198}_{78}\text{Pt}$ 的质子数相同,互称为同位素
(B) $^{202}_{78}\text{Pt}$ 和 $^{198}_{78}\text{Pt}$ 的中子数相同,互称为同位素
(C) $^{202}_{78}\text{Pt}$ 和 $^{198}_{78}\text{Pt}$ 的核外电子数相同,是同一种原子
(D) $^{202}_{78}\text{Pt}$ 和 $^{198}_{78}\text{Pt}$ 的质量数不同,不能互称为同位素
- 张青莲(1908—2006)是我国著名的化学家。1991 年,他准确测得铟(In)的相对原子

质量为 114.818, 被国际相对原子质量委员会采用为新的标准值。这是相对原子质量表中首次采用中国测定的相对原子质量值。下列关于 $^{115}_{49}\text{In}$ 的说法中, 错误的是()。

- (A) $^{115}_{49}\text{In}$ 原子核外有 49 个电子
(B) $^{115}_{49}\text{In}$ 原子核内有 49 个中子
(C) $^{115}_{49}\text{In}$ 原子核内质子数和中子数之和为 115
(D) $^{115}_{49}\text{In}$ 是铟元素的一种原子
5. 据报道, 放射性同位素 $^{166}_{67}\text{Ho}$ 可有效地治疗肝癌, 该同位素原子核的中子数与核外电子数之差是()。
(A) 32 (B) 67 (C) 99 (D) 166
6. ^{230}Th 和 ^{232}Th 是钍元素的两种同位素, ^{232}Th 可以转化成 ^{233}U 。下列关于 Th 的说法中, 正确的是()。
(A) 钍元素的质量数是 232 (B) 钍元素的相对原子质量是 231
(C) ^{232}Th 转化成 ^{233}U 是化学变化 (D) ^{230}Th 和 ^{232}Th 的化学性质相似
7. 第 112 号元素是人造元素, 其原子的质量数为 277。下列叙述中, 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 原子质量之比为 277 : 12
8. 科学家发现了一种只由 4 个中子构成的微粒, 这种微粒称为“四中子”, 也有人称之为“零号元素”。下列关于“四中子”微粒的说法中, 不正确的是()。
(A) 该微粒的相对原子质量大于氦 (B) 该微粒不显电性
(C) 该微粒与普通中子互为同位素 (D) 不能认为该微粒是一种原子
9. 放射性同位素在实际生活中有许多方面的用途。下列选项中, 可能用到放射性同位素的有()。
① 育种 ② 研究化学反应机理 ③ 保存食物 ④ 探测金属器件缺陷 ⑤ 治疗肿瘤
(A) ①③⑤ (B) ②④⑤
(C) ①②④ (D) ①②③④⑤
10. 化学符号 ^1_1H 、 ^2_1H 、 ^3_1H 、 H^+ 、 H_2 代表的是()。
(A) 氢元素的 5 种同位素 (B) 5 种氢元素
(C) 氢元素的 5 种同素异形体 (D) 氢元素的 5 种不同微粒
11. 下列叙述中, 不正确的是()。
(A) ^{40}K 和 ^{40}Ca 原子中的质子数和中子数都不相等
(B) H_2 和 D_2 互为同位素
(C) 互为同位素的原子, 它们原子核内的中子数一定不相等