

TARGET 目标 2002 成人高考系列

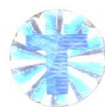
《全国各类成人高等学校招生复习考试大纲》配套教材

全国各类成人高等学校 招生考试专用教材

化 学

高中起点升本 / 专科

刘 尧 / 主编



中国人事出版社

全国各类成人高等学校招生考试专用教材
《全国各类成人高等学校招生复习考试大纲》配套教材

(成人高考升本、专科)

化 学

主 编 刘 尧

中国人事出版社

图书在版编目(CIP)数据

化学/刘尧主编. —北京:中国人事出版社,1997.9(2001.7重印)

全国各类成人高等学校招生考试专用教材

ISBN 7—80139—108—X

I. 化… II. 刘… III. 化学课—成人教育—高等学校—入学考试—教材 IV. G723.48

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 20084 号

111A-2602

中国人事出版社出版

(100101 北京朝阳区育慧里 5 号)

新华书店经销

北京新丰印刷厂印刷

*

2000 年 7 月第 2 版 2001 年 7 月第 5 次印刷

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:18.5

字数:490 千字 印数:32001—42000 册

定价:19.80 元

版权所有,翻印必究。本书封面贴有防伪标签,无标签者不得销售。

如发现印、装质量问题,影响阅读,请联系调换

2001 年重印说明

本套教材是《全国各类成人高等学校招生复习考试大纲》(高中起点升本/专科)的配套用书,供参加 2002 年成人高考的考生使用。

本套教材自 1997 年首次出版以来,经过不断的修订完善,现已成为质量上乘的教学用书,深得全国广大师生的好评和认可。

在 2001 年 8 月重印之际,我们根据广大师生提出的建议和反映的情况,对本套教材的部分科目作了适当的修订,进一步提高了本套教材的整体质量。

修订后的教材仍然保持原有风格及特点:

1. 严格遵照教育部 2000 年颁布的《全国各类成人高等学校招生复习考试大纲》的基本精神和要求。既体现新大纲的要求,又兼顾学科的系统性和知识的连贯性。课文内容由浅入深,通俗易懂,利教易学。

2. 严格遵照新大纲的新的命题精神,精编各章练习,力求在知识范围、能力层次要求、题型结构等方面适应和满足新大纲的要求。

欢迎广大师生对本套教材存在的不足之处批评指正,使其在使用中不断提高和日臻完善。

全国成人高等学校招生考试专用教材编委会

2001 年 7 月

第 二 版 前 言

教育部于2000年修订并颁布了新的《全国各类成人高等学校招生复习考试大纲》，同原大纲相比，新的考试大纲无论从考试内容、考试范围，还是考试形式、考试题型、命题方向等方面都作了较大的修改和调整。

本套教材正是在这种背景下进行修改或重新编写的。

本套教材于1997年首次出版，由于其独具的特点和风格，立即获得了广泛的好评。其间，经过1998年、1999年的两次修订，已成为质量上乘、极具权威性的复习教材，成为各地教委、学校、辅导班、学员的首选学习教材。

本套教材适用于报考各类成人高等学校（包括广播电视大学、职工高等学校、管理干部学院、教育学院和教师进修学校，独立设置的函授学院，普通高等学校举办的干部专修科、师资科、脱产班、函授部、夜大等）的考生和各类成人高考辅导班作为教材。同时可供成人高中学员、教师和教研室人员学习与参考。

本次修订，我们仍本着为考生负责的态度，坚持两个原则：一是主编和参订工作的编委、审定人员基本上为原班人马，皆系对2000年修订、颁布的新大纲的内容和要求了如指掌的成人教育界的专家、学者，以保证本套教材的权威性；二是严格遵循新大纲的要求，紧扣新大纲，以利于本套教材质量的进一步提高，在第一版的基础上，更上一层楼。

修订后的教材具有如下特点：

1. 严格遵照教育部2000年颁布的《全国各类成人高等学校招生复习考试大纲》的基本精神和要求，与其同步。既体现新大纲的要求，又兼顾学科的系统性和知识的连贯性。课文内容由浅入深，通俗易懂，利教易学。

2. 严格遵照新大纲的新的命题精神，精编各章练习，力求在知识范围、能力层次要求、题型结构等方面适应和满足新大纲的要求。

《化学》由北京市化学教学研究会副理事长刘尧教授主编。参加编写的还有沈云、张伯玉同志。该书的修订工作由刘尧教授主持。

为了把本书编得更好，欢迎读者对本书存在的不足之处批评指正，待再版时进一步修订完善。

全国成人高等学校招生考试专用教材编委会

2000年7月

目 录

第一部分 基本概念和基础理论

第一章	物质及其变化·····	(1)
第二章	物质结构 元素周期律·····	(32)
第三章	化学反应速率 化学平衡·····	(48)
第四章	溶液·····	(59)
第五章	电解质溶液·····	(72)

第二部分 常见元素及其重要化合物

第一章	氢、氧、水·····	(95)
第二章	卤素·····	(100)
第三章	硫·····	(112)
第四章	氮和磷·····	(117)
第五章	碳和硅·····	(127)
第六章	碱金属·····	(139)
第七章	镁和铝·····	(143)
第八章	铁·····	(149)

第三部分 有机化学基础知识

第一章	烃·····	(161)
第二章	烃的衍生物·····	(178)
第三章	糖类 蛋白质·····	(188)

第四部分 化学基本计算

第一章	有关化学式的计算·····	(194)
第二章	有关物质的量的计算·····	(207)
第三章	有关溶液浓度的计算·····	(219)
第四章	有关化学方程式的计算·····	(232)

第五部分 化学实验基础知识

第一章	化学实验常用仪器·····	(251)
第二章	化学实验基本操作·····	(255)
第三章	气体的制取和收集·····	(262)
第四章	物质的检验·····	(267)
综合测试题(一)·····		(278)
综合测试题(二)·····		(284)

第一部分 基本概念和基础理论

第一章 物质及其变化

第一节 物质的组成和分类

一、物质的组成

世界是由物质构成的,那么物质是由什么构成的呢?对于物质的组成,可以从两种不同的角度来描述:

从宏观上讲:物质是由元素组成的。自然界 1000 多万种物质,都是由 100 多种元素组成的。

从微观上讲:组成物质的微观粒子有三种——原子、分子和离子。即有些物质是由原子组成的,有些物质是由分子组成的,还有一些物质是由离子组成的。

1. 分子

(1)定义:分子是保持物质化学性质的一种微粒。

在以上定义中,“化学性质”是关键,不能理解成“物理性质”,或笼统地说成“性质”。另外,分子只是组成物质的三种微粒之一,不能理解成“唯一”的。

(2)分子的性质:分子有一定的大小和质量;分子间有一定的间隔(物质的三态变化即可证实);分子在不停地运动着(如扩散和蒸发)。同种物质的分子性质相同,不同种物质的分子,性质不同。

(3)由分子构成的物质:在所有物质中,只有一部分是由分子构成的。由分子构成的物质有以下几类:

- ①非金属单质:如 H_2 、 O_2 、 N_2 、 Cl_2 和稀有气体等。
- ②非金属氢化物(又叫气态氢化物):如 HCl 、 H_2O 、 NH_3 等。
- ③酸性氧化物:如 CO_2 、 SO_2 、 P_2O_5 等。
- ④酸类:如 H_2SO_4 、 HNO_3 等。
- ⑤有机化合物:如 CH_4 、 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 等。

2. 原子

(1)定义:原子是化学变化中的最小微粒。

在以上定义中,“化学变化中”是很重要的限制条件。一般地说,原子不是最小微粒,原子是可分的,还可分成更小的微粒。但是在化学变化中,原子不能再分。

(2)原子的性质:原子也有一定大小和质量;原子之间也有一定间隔和相互作用;原子也在不停地运动着。

(3)原子是构成分子的微粒。即原子可以构成分子,分子再构成物质。

对这类由分子构成的物质来说,描述其组成时,可有两种说法:

①宏观说法:物质由元素组成。如水是由氢元素和氧元素组成的。二氧化碳是由碳元素和氧元素组成的。

②微观说法:物质的分子是由原子组成的。如:水分子是由 2 个氢原子和 1 个氧原子组成的。二氧化碳分子是由一个碳原子和 2 个氧原子组成的。

(4)由原子直接构成的物质。有些物质是由原子直接构成的。如:

①金属单质:Cu、Fe 等。

②极少数非金属单质:如金刚石、石墨等。

3. 离子

(1)定义:带有电荷的原子或原子团叫离子。

带正电荷的离子叫阳离子,如 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 NH_4^+ 等。带负电荷的离子叫阴离子。如 Cl^- 、 OH^- 、 SO_4^{2-} 等。

(2)由离子构成的物质:有些物质是由离子直接构成的。如:

①大多数的盐。如 NaCl 、 Na_2CO_3 、 CuSO_4 等。

②一些碱类物质,如 KOH 、 NaOH 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 等

③低价金属氧化物。如 Na_2O 、 MgO 等。

4. 元素

(1)定义:具有相同核电荷数(即质子数)的同一类原子的总称。即几种不同的原子,只要它们的核电荷数(即质子数)相同,那么它们就属于同一种元素。如氢原子和重氢原子,它们的质子数都是 1。所以,它们都属于氢元素。由此可知,核电荷数(或质子数)是区分元素的依据。

到目前为止,人们共发现了 111 种元素(注意不说 111 个)。但原子的种类显然应比 111 种要多一些。

(2)元素的分类:按照元素的性质和元素的原子结构,元素可以分为三类:

①金属元素。如钠、镁、铝等

②非金属元素。如氢、氧、硫等。

③稀有气体元素。如氦、氖、氩等

(3)状态:元素在自然界的存在状态有游离态和化合态两种。元素呈游离态时组成单质,元素呈化合态时,组成化合物。

5. 元素、原子、离子间的区别与联系

原子和离子的比较

		原子	离 子	
			阳离子	阴离子
区别	结构	核内质子数=核外电子数	核内质子数>核外电子数	核内质子数<核外电子数
	电性	不显电性	显正电性	显负电性
	化学性质	Na 原子、Cl 原子性质活泼	Na^+ 性质稳定	Cl^- 性质稳定
相互联系		阳离子 $\xrightleftharpoons[\text{失电子}]{\text{得电子}}$ 原子 $\xrightleftharpoons[\text{失电子}]{\text{得电子}}$ 阴离子		

元素和原子的比较

		元 素	原 子
区别	涵义	宏观概念,只表示种类,不表示个数	微观概念,既表示种类,又表示个数
	适用范围	表示物质的宏观组成。如:水是由氢元素和氧元素组成。	表示物质的微观组成。如:1 个水分子是由 2 个氢原子和 1 个氧原子组成。
联系		元素是具有相同核电荷数的同一类原子的总称。	

二、元素符号和化合价

1. 元素符号

按国际上的规定,用元素的拉丁文名称的第一个大写字母(或再附加一个小写字母)表示元素。如用C表示碳元素,Ca表示钙元素。这种符号叫做元素符号。

(1)元素符号的涵义

①表示一种元素;②表示该元素的一个原子。

例如:“H”既表示氢元素,又表示氢元素的一个原子,即一个氢原子。

应注意的是“2H”只表示2个氢原子。

(2)常见元素的元素符号及名称

①金属元素:

K Ca Na Mg Al Zn Fe Sn Pb Cu Hg Ag Pt Au Ba Mn
钾 钙 钠 镁 铝 锌 铁 锡 铅 铜 汞 银 铂 金 钡 锰

②非金属元素

H He C N O F Ne Si P S Cl Ar
氢 氦 碳 氮 氧 氟 氖 硅 磷 硫 氯 氩

(3)一些与元素符号有关的符号及其涵义

在实际应用中,常在元素符号上附加一些其它标记,用来表示一些特定的涵义。如下表。

一些与元素符号有关的其它符号及其涵义

符号	涵 义
Cl	氯元素;一个氯原子
2Cl	2个氯原子
Cl ₂	氯气的分子式;1个氯气分子;1个氯气分子是由2个氯原子构成
₁₇ Cl	氯原子的核电荷数为17
³⁵ Cl	氯原子的质量数为35
₁₇ ³⁷ Cl	核电荷数为17,原子质量数为37的氯原子
⁻¹ Cl	氯元素的化合价是-1价
Cl ⁻	带有一个单位负电荷的氯离子

2. 化合价

(1)定义:一种元素一定数目的原子,跟其它元素一定数目的原子化合的性质,叫做这种元素的化合价。

(2)化合价的实质

在离子化合物里,元素化合价的数值,就是这种元素的一个原子得到或失去电子的数目。失电子为正价,得电子为负价。如在氯化镁(MgCl₂)中,一个镁原子失去2个电子,所以,镁元素的化合价为+2价。2个氯原子中,每一个都得到一个电子,所以,氯元素的化合价为-1价。

在共价化合物里,元素化合价的数值,就是这种元素的一个原子,跟其它元素的原子形成的共用电子对的数目。电子对偏向(即靠近)的元素为负价,电子对偏离(即远离)的元素为正价。例如在硫化氢(H₂S)分子中,1个硫原子分别与两个氢原子形成2个共用电子对,且2个电子对都偏向硫

原子,所以,硫元素为 -2 价。氢元素则为 $+1$ 价。

(3)有关化合价的规定和规律

①单质中元素的化合价为零。

②氢为 $+1$ 价,氧为 -2 价。

③金属为正价,非金属为负价(但在非金属的氧化物和含氧酸根中,非金属为正价)。

④在化合物里,正负化合价的代数和为零。

应记住一些常见元素和原子团(即根)的化合价。见下表。

常见元素的化合价

元素名称	元素符号	常见化合价	元素名称	元素符号	常见化合价
钾	K	$+1$	氢	H	$+1$
钠	Na	$+1$	氟	F	-1
银	Ag	$+1$	氯	Cl	$-1, +1, +5, +7$
钙	Ca	$+2$	溴	Br	-1
镁	Mg	$+2$	碘	I	-1
钡	Ba	$+2$	氧	O	-2
锌	Zn	$+2$	硫	S	$-2, +4, +6$
铜	Cu	$+1, +2$	碳	C	$+2, +4$
铁	Fe	$+2, +3$	硅	Si	$+4$
铝	Al	$+3$	氮	N	$-3, +2, +4, +5$
锰	Mn	$+2, +4, +6, +7$	磷	P	$-3, +3, +5$

常见根的化合价

根的名称	根的符号	化合价	根的名称	根的符号	化合价
氢氧根	OH^-	-1	碳酸根	CO_3^{2-}	-2
铵根	NH_4^+	$+1$	磷酸根	PO_4^{3-}	-3
硝酸根	NO_3^-	-1	醋酸根	CH_3COO^-	-1
硫酸根	SO_4^{2-}	-2	高锰酸根	MnO_4^-	-1
亚硫酸根	SO_3^{2-}	-2			

(4)化合价的应用

根据化合物中,正负化合价的代数和等于零这一原则,可有如下应用。

①已知化合价书写分子式

例如:已知铝元素为 $+3$ 价,硫酸根为 -2 价,写出硫酸铝的分子式。

(I)按正价元素在左,负价元素在右,写出有关元素的元素符号: $\text{Al}(\text{SO}_4)$

(II)标上化合价: $\overset{+3}{\text{Al}}(\overset{-2}{\text{SO}_4})$

(Ⅲ)求各元素的原子个数。(可简化为:将正负化合价的绝对值,相互交换地写在另一元素(或根)的右下方): $\overset{+3}{\text{Al}}_2(\overset{-2}{\text{SO}}_4)_3$

即得硫酸铝的分子式: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 。

②已知分子式,求元素的化合价。

【例题】已知氯酸钾的分子式为 KClO_3 ,其中钾为+1价,氧为-2价,求氯元素的化合价是几?

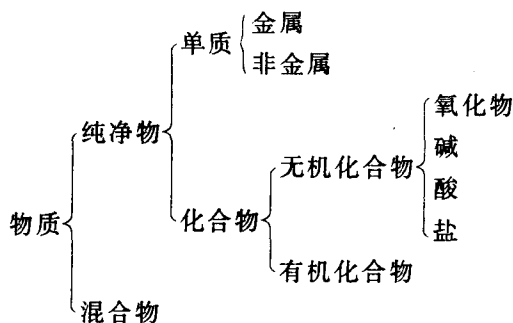
解:设Cl的化合价为x,则可得关系式:

$$(+1) + x + 3 \cdot (-2) = 0$$

解之,得 $x = +5$

即 KClO_3 中Cl的化合价为+5价。

三、物质的分类



1. 纯净物与混合物

可从宏观与微观两个角度来认识这两个概念。

宏观:以含有物质的种类来区分。纯净物只由一种物质组成。而混合物则是由两种或多种物质组成的。

微观:以含有分子的种类来区分。纯净物只含有一种分子,而混合物则含有两种或两种以上的分子。

例如水只有一种物质,只含有 H_2O 一种分子,所以水是纯净物,空气含有氧气,氮气,二氧化碳气等多种物质,即含有 O_2 、 N_2 、 CO_2 等多种分子,所以空气是混合物。

纯净物与混合物除了上述组成方面的区别之外,还有以下区别:

(1)纯净物具有固定的组成,混合物则无固定的组成。

(2)纯净物具有一定的性质(如固定的熔点及沸点),混合物中各种物质保持它们各自原有的性质(如无固定的熔点及沸点)。

结晶水合物如 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 等,其中结晶水的数量是一定的,所以,它们是纯净物,不是混合物。

2. 单质与化合物

(1)定义:由同一种元素组成的纯净物叫单质。由不同种(即两种或多种)元素组成的纯净物叫化合物。

(2)单质与化合物的比较

①单质与化合物的相同点是均是对纯净物而言,只有纯净物才能分成单质或化合物两类。

②单质与化合物的不同点是,构成单质与化合物的元素种类数不同。

例如,氧气(O_2)是由一种元素—氧元素组成的纯净物,其分子是由氧元素的原子构成的。所

以,它是单质。二氧化碳(CO_2)是由两种元素—碳元素和氧元素组成。二氧化碳分子是由碳元素的原子和氧元素的原子构成的,所以,它是化合物。

应注意,仅含有一种元素的“物质”,则不一定是单质。因这里的“物质”既包括纯净物,也包括混合物,例如: O_2 与 O_3 的混合物,只含有一种元素—氧元素。但它不能叫单质,只能叫混合物。

3. 氧化物

(1)定义:由氧元素和其它另一种元素组成的二元化合物,叫做氧化物。如氧化铜(CuO)、二氧化硫(SO_2)等。

氧化物与含氧化合物不同,氧化物必须是由两种元素组成(其中一种是氧元素)。而含氧化合物则可以由两种元素组成,也可以是由多种元素组成,只要其中有一种是氧元素即可。例如,水(H_2O)既是含氧化合物,又是氧化物。而 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 则只是含氧化合物,不是氧化物。

(2)分类

①酸性氧化物 能跟碱起反应生成盐和水的氧化物,叫做酸性氧化物。例如 CO_2 、 SO_3 等。从组成上看,非金属氧化物大多数是酸性氧化物。

②碱性氧化物 能跟酸起反应生成盐和水的氧化物,叫做碱性氧化物,例如 CuO 、 CaO 等。从组成上看,金属氧化物大多数是碱性氧化物。

③两性氧化物 既能与酸起反应生成盐和水,又能与碱起反应生成盐和水的氧化物,叫做两性氧化物。例如 Al_2O_3 就是一个常见的两性氧化物。

4. 碱

(1)定义:电离时生成的阴离子,全部是氢氧根离子的化合物,叫做碱。

从组成上看,碱是由金属离子和氢氧根离子构成的。碱的电离过程可表示为:



例如: NaOH 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 等。

(2)分类:

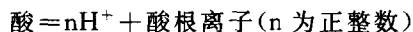
①可溶性碱 即能溶于水的碱。有 NaOH 、 KOH 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 和氨水。

②不溶性碱 即难溶于水的碱。可近似地记作,除上述可溶性碱之外的碱,均为不溶性碱。如 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 等。

5. 酸

(1)定义:电离时生成的阳离子,全部是氢离子的化合物叫做酸。

从组成上看,酸分子是由氢原子和酸根组成的。电离时生成氢离子和酸根离子。可表示为:



例如, HCl 、 HNO_3 、 H_2SO_4 等。

(2)分类

①根据酸的分子中是否含有氧原子,可把酸分为:

含氧酸:如 HNO_3 、 H_2SO_4 、 H_3PO_4 等。

无氧酸:如 HCl 、 H_2S (氢硫酸)等

②根据酸分子电离时,生成氢离子的个数,可把酸分为:

一元酸:如 HCl 、 HNO_3 等。

二元酸:如 H_2S 、 H_2SO_4 等。

三元酸:如 H_3PO_4 等。

6. 盐

(1)定义:电离时生成金属离子和酸根离子的化合物,叫做盐。

从组成上看,盐是由金属离子和酸根离子组成的(铵盐中的 NH_4^+ 离子,相当于正一价金属阳离子)。其电离过程可表示为:

盐 = 金属离子 + 酸根离子

例如: NaCl 、 K_2CO_3 、 CuSO_4 等。

(2)分类

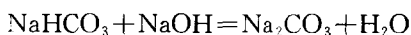
盐是酸碱中和反应的一种产物。根据中和情况的不同,盐可分为:

①正盐:酸碱完全中和生成的盐。一种酸只有一种正盐。如 NaCl 、 CuSO_4 等。

②酸式盐:酸分子中的氢原子(指可电离成 H^+ 的氢原子),部分被中和生成的盐。只有二元酸、三元酸才可能有酸式盐。例如: NaHCO_3 (碳酸氢钠)、 KHSO_4 (硫酸氢钾)、 NaH_2PO_4 (磷酸二氢钠)、 CaHPO_4 (磷酸氢钙)等。

由于酸式盐中还含有能被碱中和的氢原子,所以,酸式盐可以与碱反应,生成盐和水。

例如:



③碱式盐:碱中的氢氧根离子部分被中和生成的盐。例如: $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ (碱式碳酸铜)。

例 题 分 析

【例题】1 下列物质属于纯净物的是()

(A)澄清的石灰水

(B)干冰

(C)碱式碳酸铜

(D)加热高锰酸钾放出氧气后的剩余物

【分析】

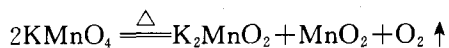
区别纯净物和混合物,主要看物质的种数和分子的种数。

(A)澄清石灰水是溶液,至少含有溶质和溶剂两种物质,所以,是混合物。

(B)干冰,是 CO_2 的固态。所以,是纯净物

(C)碱式碳酸铜是一种碱式盐,分子式是: $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 。是纯净物。

(D)加热高锰酸钾生成氧气的方程式是



放氧后的剩余物中有 K_2MnO_4 和 MnO_2 ,还可能有未分解的 KMnO_4 。所以,也是混合物。

答:(B)(C)两个选项是正确的。

【例题】2. 下列说法中正确的是()

(A)分子是保持物质化学性质的微粒。

(B)原子是组成物质的最小微粒。

(C)水分子是由两个氢元素和一个氧元素组成的。

(D)二氧化碳是由氧元素和碳元素组成的。

【分析】

(A)错误。因分子只是保持物质化学性质的一种微粒,不是唯一的微粒。

(B)错误。原子不是组成物质的最小微粒。原子还可再分。

(C)错误。分子是由原子组成的,不是由元素组成的。

(D)正确。物质是由元素组成的。

答:正确选项为(D)。

【例题】3. 某二价金属氧化物中,金属元素和氧元素的质量比为 3:2,该金属元素的原子量是_____,其氧化物的式量是_____。

【分析】

(1)若用 M 代表金属元素,该二价金属氧化物的化学式为 MO。设 M 的原子量为 x,

$$\text{则: } \frac{\text{金属元素的质量}}{\text{氧元素的质量}} = \frac{x}{16} = \frac{3}{2}$$

解得: $x=24$ 。

(2)氧化物 MO 的式量为:

$$24+16=40。$$

答:24,40。

【例题】4. 一种碳原子(原子核内有 6 个质子,和 6 个中子)的质量为 xg,另一种元素 R 的原子质量为 yg,则 R 的原子量为()

(A) y g (B) $\frac{y}{x}$ (C) $\frac{12x}{y}$ g (D) $\frac{12y}{x}$

【分析】

解答本题,首先要分清原子质量和原子量的区别。

原子量是以 C-12 原子(即原子核内质子数、中子数都是 6 的碳原子)质量的 $\frac{1}{12}$ 做单位,即以 $\frac{x}{12}$ 为单位。其它原子的质量与它的比值,即为该元素的原子量。

所以,R 元素的原子量为:

$$\frac{y}{\frac{x}{12}} = \frac{12y}{x}$$

即(D)选项正确。

答:正确的选项为(D)。

【例题】5. 已知 H_nRO_m 的式量为 M,则 R 的原子量是_____。若某正三价金属元素 A 的原子量为 b,该金属形成的硫酸盐的化学式为_____,式量为_____。

【分析】

(1)根据式量的定义,设 R 的原子量为 X,则有: $n \times 1 + x + 16 \times m = M$

$$x = M - 16m - n$$

(2)因 A 为 +3 价, SO_4^{2-} 为 -2 价。化学式中的正负化合价总数的绝对值相等。

所以,其化学式为: $A_2(SO_4)_3$

式量为: $2b + 96 \times 3 = 288 + 2b$ 。

答: $M - 16m - n$, $A_2(SO_4)_3$, $288 + 2b$ 。

【例题】6. 某含氧酸的钾盐式量为 m。其钠盐的式量为 n,则该含氧酸根的化合价为()

(A) $\frac{m-n}{16}$ (B) $\frac{n-m}{16}$ (C) $\frac{2n-m}{16}$ (D) $\frac{m-n}{8}$

【分析】

若用 A 表示该含氧酸根,设其化合价为 -x(注意,含氧酸根为负价)。

则:其钾盐的分子式为 K_xA ,

其钠盐的分子式为 Na_xA 。

若用 y 代表该含氧酸根的式量。

则：其钾盐 K_xA 的式量为： $39x+y=m$

其钠盐 Na_xA 的式量为： $23x+y=n$

钾盐与钠盐的式量差为：

$$39x+y-23x-y=m-n$$

即： $39x-23x=m-n$

$$16x=m-n$$

$$x=\frac{m-n}{16}$$

所以，酸根的化合价为：

$$-x=-\frac{m-n}{16}=\frac{n-m}{16}。即(B)选项正确。$$

应注意：酸根的化合价为负价。所以，求得的 x 值前面应加负号。否则容易错误地认为其化合价为 $\frac{m-n}{16}$ 。即错选(A)选项。

答：(B)选项正确。

第二节 化学中常用的量

一、物质的量和摩尔

1. 物质的量

“物质的量”是一个物理量的名称。这个物理量是用来描述体系中分子或其它基本单元数目的。因此，“物质的量”是具有特定含义的专用名词。用符号 n 表示。

2. 摩尔(mol)

国际上给物质的量规定了一个基本单位，这个单位的名称叫“摩尔”。用符号 mol 表示。

摩尔的具体定义是：

摩尔是一系统的物质的量，该系统中所包含的基本单元数与 0.012kg 碳-12 的原子数目相等。在使用摩尔时，应用基本单元的化学式指明基本单元是什么。这里说的基本单元，可以是原子、分子、离子、电子及其它粒子，或是这些粒子的特定组合。

(1) 由于经实验测定得知， 0.012kg 碳-12 含有的原子数目约是 6.02×10^{23} (我们把这个数目叫做阿伏加德罗常数)。因此，可近似地记为每摩尔任何物质都含有 6.02×10^{23} 个微粒(即基本单元)。 6.02×10^{23} 个微粒的物质的量就是 1mol 。

例如： 1mol C 含有 6.02×10^{23} 个碳原子，

$1\text{mol H}_2\text{O}$ ，含有 6.02×10^{23} 个水分子。

1mol Na^+ ，含有 6.02×10^{23} 个钠离子。

即， 1mol 就是含有阿伏加德罗常数个微粒的集体。

(2) 由摩尔的定义可知，任何物质的物质的量之比(也就是摩尔比)等于它们含有的微粒个数之比。所以，比较不同体系中含有微粒数目的多少时，可先求出体系的物质的量，然后比较物质的量。物质的量大，含有的微粒数目就多，物质的量小，含有的微粒数目就少。

二、摩尔质量

定义：单位物质的量的物质所具有的质量，叫做摩尔质量。如果物质的量用 mol 作单位，质量

用 g 作单位,则摩尔质量的单位就是: g/mol。

$$\text{即: 摩尔质量(g/mol)} = \frac{\text{质量(g)}}{\text{物质的量(mol)}}$$

(1)通常我们把物质的摩尔质量(g/mol)理解成 1 mol 该物质所具有的质量(g)。

(2)按以上对摩尔质量(g/mol)的理解,带来了一个极大的方便。这就是任何物质的摩尔质量(g/mol)在数值上,与该物质微粒的化学式的式量的数值相同。例如:

C 的摩尔质量是 12 g/mol,

CO₂ 的摩尔质量是 44 g/mol,

因此,物质的量(mol),物质的质量(g)和物质的摩尔质量(g/mol)之间,可以很方便地进行相互换算。

三、气体的摩尔体积

1. 标准状况

一定量的气体,其体积大小与温度、压强等外界条件有密切关系。温度越高,体积越大;压强越大,体积越小。所以,涉及气体体积的计算,都必须说明温度、压强条件。比较气体体积的大小,也应在相同的温度和压强条件下进行。为此,人们规定了标准状况,即温度是 0℃,压强是 101.325kpa 的状况。以后讨论到气体体积时,大都在标准状况下。

2. 气体摩尔体积

定义:在标准状况下,单位物质的量气体所占有的体积,叫做气体的摩尔体积。

如果物质的量用 mol 作单位,体积用 L 作单位。则气体摩尔体积的单位就是 L/mol。

(1)在标准状况下,任何气体的摩尔体积都约为 22.4L/mol。这可以简单地理解为,在标准状况下,1 mol 的任何气体所占有的体积都约为 22.4L。

(2)在标准状况下,气体的体积(L)、气态物质的质量(g),气体的摩尔质量(g/mol)之间有如下关系式:

$$\text{气体体积(标准状况)(L)} = \frac{\text{气体的质量(g)}}{\text{气体的摩尔质量(g/mol)}} \times 22.4(\text{L/mol})$$

四、两个重要结论

1. 对任何物质:物质的摩尔比等于体系中微粒个数之比。

2. 对气态物质:物质的摩尔比等于相同状况(不一定是标准状况)下的体积比。也等于体系中的微粒个数比。

所以,为了比较粒子数目的多少,相同状况下,气体体积的大小,都可通过物质的量(mol)的比较,得出结论。

例 题 分 析

【例题】1. 下列叙述中,正确的是()

(A)等物质的量的氢气和氧气,质量一定相等。

(B)水的摩尔质量是 18g。

(C)通常状况(室温和 101.325kpa)下,1mol CO₂ 气体的体积约为 22.4L。

(D)1molNH₃ 中含有 18.06×10²³个氢原子。

【分析】

此题涉及摩尔、摩尔质量、气体摩尔体积等概念,及有关计算。回答此题的关键在于准确把握概念,不仅要注意数值,还要注意单位和条件。下面逐项分析:

(A)因为氢气和氧气的摩尔质量不同, $M(H_2)=2g/mol$, $M(O_2)=32g/mol$,所以,物质的量相等的 H_2 和 O_2 ,其质量不等。

(B)摩尔质量的单位是 g/mol ,而不是 g 。

(C)只有在标准状况下, $1mol$ 气体的体积才约等于 $22.4L$ 。通常状况不是标准状况。

(D) $1mol NH_3$ 含有 6.02×10^{23} 个 NH_3 分子。 1 个 NH_3 分子中含有 3 个氢原子。所以, $1mol NH_3$ 中一定含有 $3 \times 6.02 \times 10^{23} = 18.06 \times 10^{23}$ 个氢原子。

所以,本题正确选项为(D)。

【例题】2.多少克 Fe_3O_4 中含有铁的质量与 $80g Fe_2O_3$ 中含有铁的质量相等?

【分析】

解此题的关键是找出,含有相同质量的铁的三氧化二铁与四氧化三铁间的关系式。

(1)首先要使三氧化二铁与四氧化三铁中,含有的 Fe 原子的数目相同,才能达到含铁量相同的要求。

(2)根据它们的分子式 Fe_2O_3 和 Fe_3O_4 可知,欲使其含有的铁原子数目相同,它们的物质的量必须符合以下关系式:



在 $3mol Fe_2O_3$ 和 $2mol Fe_3O_4$ 中,都含有 $6mol Fe$ 原子。

(3)根据 Fe_2O_3 和 Fe_3O_4 的摩尔质量;找出上述关系式中的质量关系。

即: $3Fe_2O_3 \text{——} 2Fe_3O_4$
 $3 \times 160g \quad 2 \times 232g$

由此,可解出答案。

解:设在 $x g Fe_3O_4$ 中含有的 Fe 与 $80g Fe_2O_3$ 中含有的 Fe 相同。

$$\begin{aligned} \text{则: } & 3Fe_2O_3 \text{——} 2Fe_3O_4 \\ & 3 \times 160 \quad 2 \times 232 \\ & \quad 80 \quad \quad x \\ & \frac{3 \times 160}{80} = \frac{2 \times 232}{x} \\ & x = \frac{2 \times 232 \times 80}{3 \times 160} = 77.3(g) \end{aligned}$$

答: $77.3g$ 的 Fe_3O_4 与 $80g Fe_2O_3$ 含铁量相同。

【例题】3.在通常状况下,下列物质中:

(1) $5g H_2$; (2) $11g CO_2$; (3) $90g H_2O$; (4) $142g Cl_2$ 。

体积最大的是_____,含有分子数最多的是_____。

【分析】

解答此题,应注意以下两点。

(1)比较分子数目的多少,可不必求出具体数目是多少(因本题并未要求),只要求得各种物质的物质的量,即可。物质的量大,则含有的分子数目就一定多。物质的量少,则含有的分子数目就一定少。

(2)比较物质的体积大小,因素就较复杂。首先要注意物质在给定条件下的状态。在相同条件下,固态或液态物质的体积,要比物质的量相同的气态物质的体积小很多。

例如:标准状况下, $1mol$ 气态物质的体积为 $22.4L$,而 $1mol$ 液态水,其体积只有 $0.018L$ 。

其次,对相同状况下的气态物质而言,也不必求出具体体积的数值。只要求出各种物质的物质