

(本书是根据最新考试大纲编写的权威教材)

最新全国成人高考

实用教材

化 学



成人高考命题研究组 编审

陆 臻 李吉云 主编

世界知识出版社

最新全国成人高考实用教材

化 学

成人高考命题研究组 编审

陆 臻 李吉云 主编

世界知识出版社

责任编辑:杨淑兰

责任出版:车胜春

图书在版编目(CIP)数据

化学/陆臻,李吉云主编. - 北京:世界知识出版社,1998.9

最新全国成人高考实用教材

ISBN 7-5012-1043-8

I. 化… II. ①陆… ②李… III. 化学课-成人教育:高等教育-教材 IV. G723.48

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 25598 号

世界知识出版社出版发行

(北京东单外交部街甲 31 号 邮政编码:100005)

北京美通印刷厂印刷 新华书店经销

787×1092 毫米 16 开本 印张:13.25 字数:208 千字

1998 年 9 月第 1 版 1999 年 10 月第 2 次印刷 印数:5000-10000 册

ISBN 7-5012-1043-8/G·255 定价:20.00 元

版权所有 翻印必究

前 言

《全国各类成人高等学校招生考试实用教材》丛书，是由成人高考命题研究组组织成人教育界对历年成人高考有专门研究的专家、教授，中学特级、高级教师及长期从事成人高考辅导工作、具有多年教学经验的第一线教师，根据教育部最新颁布的《全国各类成人高等学校招生考试大纲》精心编辑而成。

这套丛书紧扣新大纲，针对性更强，它对中学各科课程进行了精选和提炼，更适合成人在短期内更快更好地掌握各科基本知识、基本技能和提高综合运用知识解决问题的能力，满足成人通过短时间业余学习达到适应全国统考的要求，并取得较好成绩的目的。它是目前成人考生系统复习中学课程的首选好教材。

全套丛书按照新大纲和成人考生的特点，每章内容包括“复习要求”、“重点知识”、“复习重点”和“近几年命题情况”等。同时列举大量“例题”，为基础知识的运用作了示范，并通过解题过程帮助读者掌握解题方法和提高解题的综合能力。每一章后选择了大量习题，供读者复习时选用，以巩固本章所学知识。每章最后均有答案或提示，供读者参考。每册书后附综合练习试卷两套，供读者在学完本书后对本科知识的掌握作一自我检查。各类题目均按成人标准化考试的模式和要求编选。选择题和填空题占有较大的比重，计算题和实验题亦有充分的综合性和代表性。

全套丛书包括政治、语文、数学（文科）、数学（理科）、物理、化学、历史、地理、英语、人体解剖学和生理学 11 科，共 11 本。供参加各类成人高等学校（包括广播电视大学、职工高等学校、管理干部学院、教育学院、教师进修学院、独立设置的函授学院、普通高校举办的成人高等学历教育等）招生考试的考生和成人高考辅导班作为教材使用。

本册书是《全国各类成人高等学校招生考试实用教材》丛书《化学》分册。由成人高考命题研究组编审，陆臻、李吉云老师主编。

成人高考命题研究组

一九九九年十月

目 录

第一章 基本概念	(1)
第一节 物质的组成和分类	(1)
第二节 化学中常用的量	(8)
第三节 物质的变化	(13)
第二章 基础理论	(25)
第一节 物质结构 元素周期律	(25)
第二节 化学反应速率 化学平衡	(32)
第三节 电解质溶液	(37)
第三章 元素及其化合物	(51)
第一节 非金属元素及其化合物	(51)
第二节 金属元素及其化合物	(80)
第四章 有机化学基础知识	(100)
第一节 有机物概述	(100)
第二节 烃	(106)
第三节 烃的衍生物	(116)
第四节 糖类 蛋白质	(127)
第五章 基本化学实验	(134)
第一节 常用仪器的名称及使用方法	(134)
第二节 实验基本操作	(136)
第三节 常见气体的实验室制法及物质的检验	(142)
第六章 基本化学计算	(155)
第一节 有关化学式、化学量的计算	(155)
第二节 有关溶液的计算	(157)
第三节 有关方程式的计算	(161)
综合练习	(168)
参考答案	(176)

第一章 基本概念

第一节 物质的组成和分类

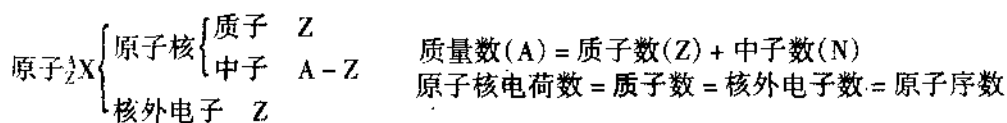
【知识重点】

一、组成物质的微粒：原子、分子、离子(由构成物质的晶体类型确定)

表 1-1 物质组成微粒的比较

微粒	概念	组成物质类别	晶体类型	实例
原子	化学变化中的最小微粒	少数非金属单质, 某些非金属氧化物	原子晶体	金刚石 晶体硅 二氧化硅
分子	保持物质化学性质的一种微粒	某些非金属单质、气态氢化物、酸、有机物、部分酸酐	分子晶体	氢气、氧气、二氧化碳、氯化氢、乙醇等
离子	带电荷的原子或原子团	大部分盐、强碱、少数金属氧化物	离子晶体	NaCl KOH Na ₂ O

1. 原子的组成:



2. 原子和离子的区别:

①结构不同: 原子核外电子数等于核内质子数, 离子的核外电子数大于或小于核内质子数; 阳离子半径小于相应的原子半径, 如($\text{Na}^+ < \text{Na}$), 阴离子半径大于相应的原子半径(如 $\text{S}^{2-} > \text{S}$)。不同离子的半径, 通常是电子层数越多半径越大(如 $\text{I}^- > \text{Br}^- > \text{Cl}^- > \text{F}^-$), 电子层结构相同的离子(也叫等电子离子), 通常是核电荷数越大离子半径越小(如 $\text{Al}^{3+} < \text{Mg}^{2+} < \text{Na}^+ < \text{F}^- < \text{O}^{2-}$)。

②电性各异: 原子呈现电中性, 离子带有电性。

③性质不同: 以钠为例, 金属钠化学性质很活泼, 是强还原剂, 与水剧烈反应, 产生氢气。钠离子化学性质很稳定, 与水不反应。

二、物质组成的表示方法: 元素符号、化学式、电子式、结构式等

1. 元素: 具有相同核电荷数(质子数)的同一类原子的总称。目前已发现 112 种元素, 由于各元素存有多种同位素(质子数相同而中子数不同的同一类元素的原子)。如氢元素有氕(H (氢)、 ${}^1\text{H}$ (重氢 D)、 ${}^3\text{H}$ (超重氢 T)三种原子, 使原子种类大大超过 112 种。

元素的存在形态有：①游离态——以单质的形态存在，如空气中的氧呈游离态。②化合态——以化合物的形态存在，如水中的氧呈化合态。自然界中，有些元素以游离态存在，如空气中的 N_2 、 O_2 等，有些以化合态存在，如地壳中的硅元素常以硅酸盐形式存在等。

元素与原子的区别：元素只论种类不论个数，原子既论种类又论个数。如我们可以说“水是由氢、氧两种元素组成的”或者说“一个水分子是由两个氢原子和一个氧原子组成的”，却不可说“一个水分子是由两个氢元素和一个氧元素组成的”。

元素符号： a 表示该元素的化合价 b 表示该元素原子的质量数
 c 表示该元素原子的质子数 d 表示离子所带电荷数
 e 表示原子个数 f 表示系数

举例如表 1-2：

表 1—2

$2Cl$ 表示两个氯原子	Cl^- 表示带一个单位负电荷的氯离子
Cl_2 表示一个氯分子由两个氯原子组成	Cl 表示化合态的氯元素化合价为 +1 价
^{35}Cl 表示质量数为 35 的氯原子	$_{17}Cl$ 表示氯原子的核电荷数(即质子数)为 17

2. 化合价：是元素的原子形成化合物时表现出来的一种性质。通常规则是①在单质里元素的化合价为零，②化合物中各元素正、负化合价的代数和为零。

表 1-3 常见元素的主要化合价

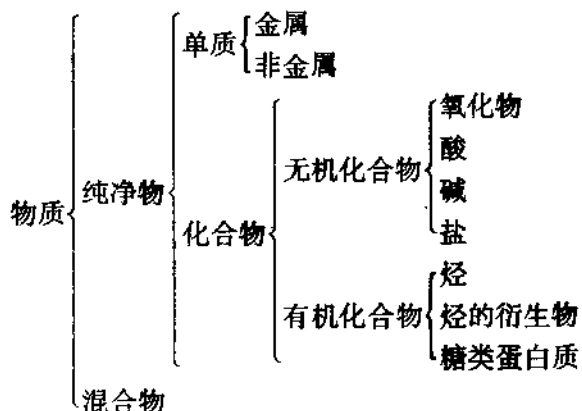
元素符号	元素名称	常见化合价	元素符号	元素名称	常见化合价
H	氢	+1	Na	钠	+1
O	氧	-2	K	钾	+1
S	硫	-2、+4、+6	Ca	钙	+2
Cl	氯	-1、+1、+5、+7	Mg	镁	+2
Br	溴	-1	Al	铝	+3
I	碘	-1	Ag	银	+1
C	碳	+2、+4	Cu	铜	+1、+2
Si	硅	+4	Zn	锌	+2
N	氮	-3、+2、+4、+5	Fe	铁	+2、+3
P	磷	-3、+3、+5	Mn	锰	+2、+4、+6、+7

3. 表示物质组成和结构的式子：

表 1-4

	定 义	举 例	说 明
最简式	用元素符号表示物质中各元素原子数最简比的式子	乙炔、苯: CH 烯烃: CH ₂ 氯化钠: NaCl	最简式相同的物质各组成元素的质量分数相等
化学式	用元素符号表示物质组成的式子	苯 C ₆ H ₆ , 乙酸 C ₂ H ₄ O ₂ 氯化钠: NaCl	有一定组成的物质可能有同分异构体
电子式	用元素符号、小点或其它符号表示分子、原子或离子最外层电子数的式子	氧原子: $\cdot\ddot{O}\cdot$ 羟基: $\cdot\ddot{O}:H$ 水: $H:\ddot{O}:H$ 氯化钙: $[:\ddot{Cl}:]^{-}Ca^{2+}[:\ddot{Cl}:]^{-}$	主族元素最高价阳离子的电子式就是离子符号, 如 Al ³⁺ 等
结构式	表示物质分子组成及各原子间结合方式与排列顺序的式子	乙烯: $\begin{array}{c} H & H \\ & \\ H-C & -C-H \end{array}$ 乙酸: $\begin{array}{c} H & O \\ & \\ H-C & -C-O-H \\ \\ H \end{array}$ 二氧化碳: $O=C=O$	分子中原子间每一对共用电子对, 以一个短横线表示
结构简式	结构式的一种简化形式, 是有机物结构常用的表示形式	乙烯: CH ₂ =CH ₂ 乙酸: CH ₃ COOH 苯: 	有机物突出官能团

三、物质的分类



1. 有关物质分类的概念

表 1-5

概 念	定 义	注 意 点
混合物	由两种或多种物质混合而成	1. 多数混合物不均匀 2. 没有固定的组成 3. 没有固定的熔沸点 4. 各物质相互间没有发生反应, 都保持原来的性质 5. 利用各自性质的不同加以分离
纯净物	由一种物质组成的	有固定组成, 有固定的熔沸点
单 质	由同种元素组成的纯净物	1. 某些元素可形成几种不同单质 2. 同种元素组成的物质不一定是纯净物, 如红磷和白磷组成的是混合物
化合物	由不同元素组成的纯净物	1. 各元素含量一定 2. 用物理方法不可再分

氧化物、酸、碱、盐

①氧化物: 由氧元素和其它元素形成的二元化合物。主要有:

酸性氧化物(酸酐): 能和碱反应生成盐和水的氧化物。部分非金属氧化物属酸性氧化物, 如 CO_2 、 SiO_2 、 SO_3 等。某些高价金属氧化物如 CrO_3 、 Mn_2O_7 等也是酸性氧化物。

碱性氧化物: 能与酸反应生成盐和水的氧化物。碱性氧化物一定是金属氧化物, 而金属氧化物中多数是碱性氧化物, 如: Na_2O 、 CuO 等。

两性氧化物: 既能跟酸、又能跟碱反应生成盐和水的氧化物。如 Al_2O_3 。

其它氧化物: H_2O_2 、 Na_2O_2 为过氧化物等。

②酸: 电离时生成的阳离子全部是氢离子的化合物。

根据酸根中有无氧原子可分为: 无氧酸: HCl 、 H_2S ; 含氧酸: H_2SO_4 、 HNO_3 。

根据电离能力可分为: 强酸: HCl 、 HNO_3 、 H_2SO_4 、 HClO_4 、 HBr 、 HI ; 中强酸: H_3PO_4 、 H_2SO_3 ; 弱酸: HF 、 CH_3COOH 、 H_2CO_3 、 H_2S 、 HClO 。

根据沸点高低可分为: 不挥发性酸: H_2SO_4 、 H_3PO_4 ; 挥发性酸: HCl 、 HBr 、 HI 、 HNO_3 等。

根据酸的氧化性可分为: 氧化性酸: HNO_3 、浓 H_2SO_4 、 HClO ; 非氧化性酸: HCl 、稀 H_2SO_4 。

③碱: 电离时生成的阴离子全部是氢氧根离子的化合物。

根据碱的溶解性可分为可溶性碱和不溶性碱, 在常见的碱中除 KOH 、 NaOH 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 可溶及 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 微溶外, 其它碱不溶。

④两性氢氧化物: 既能跟酸反应, 又能跟强碱起反应的氢氧化物。如 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 。

⑤盐: 由金属离子(包括 NH_4^+)和酸根离子组成的化合物。类型有:

正盐: NaCl 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 等。

酸式盐: NaHCO_3 、 KHSO_4 等。

碱式盐: $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 等。

复盐: 由两种或两种以上金属离子和一种酸根离子所组成的盐。如 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ 。

2. “四同”概念

同位素: 质子数相同而中子数不同的同一类元素的原子。

同素异形体: 由同种元素构成的性质不同的单质。

同系物: 结构相似、分子组成相差一个或若干个 CH_2 原子团的物质互称为同系物。

同分异构体: 分子组成相同, 而结构不同的化合物互称为同分异构体。

“四同”的比较

表 1-6

名称 项目	同位素	同素异形体	同系物	同分异构体
相同点	质子数	元素	结构相似	化学式
不同点	中子数	分子结构 或晶体结构	组成相差 (CH_2) _n ($n=1,2,3,\dots$)	分子结构
对象	原子	单质	有机物	化合物
物理性质	不同	不同	不同	不同
化学性质	几乎相同	相似	相似	相似(或不同)
实例	$^1_1\text{H}, ^2_1\text{H}, ^3_1\text{H};$ $^{35}_{17}\text{Cl}, ^{37}_{17}\text{Cl};$ $^{12}_6\text{C}, ^{13}_6\text{C}, ^{14}_6\text{C}$	白磷和红磷; 金刚石和石墨; 氧气和臭氧	甲烷, 乙烷; 乙烯, 丁烯; 丙烯酸, 油酸	乙醇, 甲醚; 1-丁烯, 2-丁烯; 乙酸, 甲酸甲酯

【例 1-1】: 元素 M 的某一原子质量数为 a , 其阳离子 M^+ 的核外有 b 个电子, 则该原子核内的中子数为 ()

- A. $a+b$ B. $a-b$ C. $a-b-1$ D. $a-b+1$

析: 原子的质量数是核内中子数和质子数之和。对于电中性的原子, 核外电子数应等于质子数, 而对于一价阳离子, 则核外电子数必须加 1 才等于质子数。因此中子数应等于质量数减去 b 再减去 1, 答案为 C。

【例 1-2】: 某主族元素 R 的最高价含氧酸的分子式为 $\text{H}_n\text{RO}_{n+2}$, 此含氧酸分子中, R 的化合价为 _____; 在 R 的最低价气态氢化物中, R 的化合价为 _____。

析: 因为 H 的化合价为 +1 价, O 为 -2 价, 设 R 化合价为 x 价, 根据化合物中各元素的化合价代数和为零原则, 即 $1 \cdot n + x - 2(n+2) = 0$, 得 $x = n+4$, R 在含氧酸中的化合价应为 $n+4$, 最低价 = $8 - \text{最高价}$, 即最低价为 $8 - (n+4) = 4 - n$, R 在最低价气态氢化物中的化合价为 $-(4-n)$ 。

【例 1-3】: 下列物质中有固定熔点的是 ()

- A. 普通玻璃、石英玻璃 B. 干冰、冰醋酸
C. 漂白粉、氯化钙 D. 硫酸、盐酸

析: 纯净物有固定的熔点, 混合物无固定的熔点。题目要求选“有固定熔点”的组, 实质上就是要找出均为纯净物的组。

A组中,普通玻璃属混合物,无固定组成,因此无固定熔点。B组,干冰是固态二氧化碳,冰醋酸是纯醋酸,两种物质均为纯净物。C组中,前者漂白粉是次氯酸钙和氯化钙的混合物,后者氯化钙是纯净物。D组中,硫酸、盐酸均为混合物。所以本题应选B。

【例1-4】:下列说法是否正确?说明理由。

- A. 单质一定是由同种原子组成。由不同原子组成的纯净物一定是化合物
- B. 碱性氧化物一定是金属氧化物。
- C. 酸性氧化物一定是非金属氧化物。
- D. 凡是水溶液中能电离出氢离子的物质就是酸。

析:A不正确,因为同种元素可以含不同种原子,如氢元素有 ${}^1\text{H}$ 、 ${}^2\text{H}$ 、 ${}^3\text{H}$ 三种同位素原子,它们两两结合可以形成六种氢分子,这六种分子中有些是同种原子组成,有些不是同种原子组成,但它们同属单质。正确的说法是:单质是由同种元素组成的纯净物,由不同元素(当然是不同原子)组成的纯净物一定是化合物。

B正确。

C不正确。因为不少高价金属氧化物也是酸性氧化物。

D不正确。酸式盐在水中也能电离出氢离子,如 NaHSO_4 ,但它不属于酸。只有在水中电离出的阳离子全部是氢离子的物质才是酸。

【基本练习一】

一、选择题:

- 1. 分子和原子的主要不同点是 ()
 - A. 分子质量大,原子质量小
 - B. 物质是由分子构成的,原子只能构成分子
 - C. 分子在化学反应中可分,而原子在化学反应中不可分
 - D. 分子决定物质的物理性质,而原子不能
- 2. 下列说法正确的是 ()
 - A. 至今人类已知有112种元素,即有112种原子
 - B. 所有元素的原子都含有质子、中子和电子
 - C. ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ 原子核内的中子数为18
 - D. 1mol氢气和1mol氦气的体积相等
- 3. 决定元素种类的微粒是 ()
 - A. 中子
 - B. 质子
 - C. 质子和中子
 - D. 电子
- 4. 下列表示式只能表示一种纯净物的是 ()
 - A. C
 - B. CH_2Cl_2
 - C. $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$
 - D. P
- 5. 下列各种原子,半径最小的是 ()
 - A. Mg
 - B. Si
 - C. Li
 - D. N
- 6. 按酸、碱、盐、碱性氧化物、酸性氧化物的顺序,下列物质排列正确的是 ()
 - A. 盐酸、纯碱、苯酚钠、氧化镁、二氧化硅
 - B. 硝酸、苛性钠、食盐、氧化钙、一氧化氮
 - C. 硫酸、消石灰、硫酸铵、氧化钠、一氧化碳
 - D. 碳酸、氢氧化钾、苯酚钠、氧化铜、五氧化二磷
- 7. 下列微粒中,与 F^- 含有的质子数和电子数相同的是 ()

- A. Cl^- B. H_2O C. OH^- D. NH_3
8. 如下物质①液氨②水煤气③干冰④胆矾⑤碘酒⑥液态空气,属于纯净物的是 ()
 A. ①④⑤ B. ①③④ C. ②⑤⑥ D. ③④⑥
9. 在氮的某种氧化物中,氮和氧的质量比为 7:4,此氧化物中氮的化合价为 ()
 A. +5 B. +4 C. +2 D. +1
10. 下列各物质中,都是单质的是 ()
 A. 红磷、明矾 B. 石墨、酒精
 C. 水银、液态氧 D. 金刚石、黄铜
11. 与 NH_4^+ 所含的电子总数和质子总数都相同的微粒是 ()
 A. Ne B. Na^+ C. F^- D. Mg^{2+}
12. 三种微粒最外层电子数之和为 21,核内质子数之和为 31,这三种微粒为 ()
 A. N、P、 F^- B. P、 O^{2-} 、 S^{2-} C. N、 O^{2-} 、 S^{2-} D. O^{2-} 、F、 Cl^-
13. 下列说法正确的是 ()
 A. 水是由两个氢原子和一个氧原子构成的
 B. 二氧化碳分子中存在着非极性键
 C. 在一定条件下,触媒可改变化学反应速率
 D. 含有氢氧根原子团的物质一定是碱
14. 下列物质互为同素异形体的是 ()
 A. 乙醇和乙二醇 B. 金刚石和石墨
 C. 生铁与钢 D. T 和 D
15. 均由分子组成的一组物质是 ()
 A. CH_4 、 H_2O 、 SiO_2 B. CO_2 、 O_2 、 Cl_2
 C. P、C、 CH_4 D. C_2H_4 、 H_2S 、Si
16. 下列叙述正确的是 ()
 A. 只有在标准状况下,相同物质的量的 SO_2 和 SO_3 所占的体积相等
 B. 1mol 任何物质,都含有相同数目的微粒
 C. 0.014kg 氮气所含的原子数和 1mol 氮气中的分子数都等于阿伏加德罗常数
 D. 如果 1g 水含有 m 个氢原子,则阿伏加德罗常数等于 18m

二、填空题:

17. 在 NO_2^- 中,氮元素的化合价为_____。
18. 某元素阴离子的电子数目比质子数目多 1 个,两者之和等于 35,该元素的符号是_____,最高化合价是_____。
19. 在符号 $^{37}_{17}\text{Cl}$ 中,Cl 是_____符号,37 是氯原子的_____数,17 是 Cl 原子的_____数;在符号 $\cdot\ddot{\text{Cl}}\cdot$ 中,Cl 周围的小黑点表示_____。

20. 写出下列画线元素的化合价:

NH_3 _____, O_2 _____, SO_2 _____, SO_3 _____
 HNO_3 _____, H_2O _____, H_2SO_2 _____, H_2SO_4 _____
 Al_2O_3 _____, P_2O_3 _____, CO_2 _____, Na_2O_2 _____
 HClO _____, KClO_2 _____, KMnO_4 _____, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ _____

21. 写出下列物质的名称和类别

N_2 _____, SiO_2 _____
 $NaOH$ _____, CH_3COOH _____
 CuO _____, Al_2O_3 _____
 Na_2O_2 _____, $KHSO_4$ _____
 $Cu_2(OH)_2CO_3$ _____, Na_2CO_3 _____

22. 写出下列物质的化学式、电子式

氯化钠 _____, 溴化镁 _____
甲烷 _____, 硫化氢 _____

23. 写出下列物质的电子式和结构式

氮气 _____, 氯气 _____
二氧化碳 _____, 酒精 _____

24. 说明下列符号所表示的意义

$^{39}_{19}K$ _____
 K^+ _____
 $2S$ _____
 $\overset{-2}{S}$ _____
 $2H_2$ _____
 2H_2 _____

第二节 化学中常用的量

【知识重点】

一、主要化学量

1. 相对原子质量(旧称原子量): 国际上以 ^{12}C 原子的质量的 $1/12$ 作为标准, 其它元素的原子质量跟它相比较所得的数值, 称为该元素的相对原子质量。

元素近似相对原子质量: 根据元素各同位素及天然原子所占的分数计算出的平均值。

$$M = M_a a + M_b b + \dots$$

M ——元素近似相对原子质量, M_a 、 M_b ——各同位素的质量数, a 、 b ——各同位素原子在自然界中所占的物质的量分数或体积分数(不是质量分数)

2. 相对分子质量(旧称分子量、式量): 化学式中各原子的相对原子质量之和。

求算途径主要有: $M = 22.4d$ d ——标准状况下气体的密度(g/L)

$$M = W/n \quad W\text{——物质的质量}(g), n\text{——物质的量}(mol)$$

$$D = d_a/d_b = M_a/M_b \quad D\text{——为气体 } a \text{ 对气体 } b \text{ 的相对密度}$$

$$M = M_a a + M_b b + \dots$$

M ——混合气体平均相对分子质量, M_a 、 M_b ——各气体的相对分子质量, a 、 b ——各气体在混合气体中所占的物质的量分数或体积分数(不是质量分数)

3. 物质的量: 是国际单位制中的基本物理量之一。

摩尔: 是表示物质的量的单位, 每摩尔物质含有阿伏加德罗常数(6.02×10^{23})个微粒。

使用摩尔时, 要指出哪种具体微粒。如“ $1mol$ 氧”表示结构微粒不明确, 要指明是氧原子、氧分

子还是氧离子。

4. 摩尔质量: 1mol 物质的质量。数值上等于组成该物质化学式的相对原子质量或相对分子质量。单位: g/mol。如硫酸的摩尔质量为 98g/mol。

5. 气体摩尔体积: 在标准状况下 (指 0°C 、 $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$) 1mol 任何气体所占的体积都约是 22.4L, 这个体积叫作气体摩尔体积。

6. 物质的量浓度: 以 1L 溶液中含有多少 mol 溶质来表示的溶液浓度。如:

500ml 氢氧化钠溶液中含 NaOH 20g, 则该溶液物质的量浓度为 $\frac{20/40}{0.5} = 1\text{mol/L}$

阿伏加德罗定律: 同温同压下, 同体积的任何气体含分子数相同。

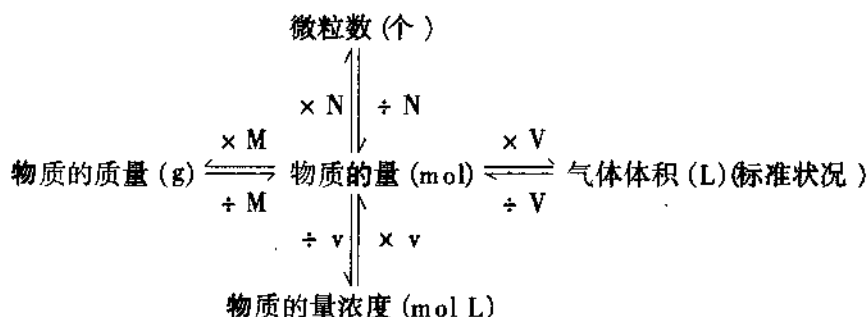
推论: 同条件下, 一定量不同气体的体积之比等于各气体所含的分子数之比, 也等于它们的物质的量之比。

$$\frac{V_a}{V_b} = \frac{n_a}{n_b}$$

同条件下, 气体的密度之比, 等于各自摩尔质量之比

$$\frac{d_a}{d_b} = \frac{M_a}{M_b}$$

二、物质的量与各相关项之间的关系如下:



N——阿伏加德罗常数 (6.02×10^{23})

V——气体摩尔体积 (标准状况下约为 22.4L/mol)

M——物质摩尔质量 (数值等于组成该物质的化学式的相对原子质量或相对分子质量, 单位: g/mol)

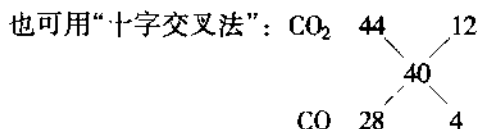
v——溶液的体积, 单位: L

【例 1-5】: 标准状况下, _____ g 一氧化氮、_____ L 二氧化碳、_____ mol 甲烷与 2.3g 二氧化氮所含原子数相同, 均为 _____ 个。

设一氧化氮、二氧化碳、甲烷分别为 Xg、YL、Zmol, 要使原子个数相同, 则原子物质的量必须相同, 以此建立等式 $2X/30 = 3Y/22.4 = 5Z = 2.3 \times 3/46$ 得 $X = 2.25\text{g}$ $Y = 1.12\text{L}$ $Z = 0.03\text{mol}$, 原子个数为: $0.03 \times 5 \times 6.02 \times 10^{23} = 9.03 \times 10^{23}$ 个。

【例 1-6】: CO_2 与 CO 组成的混合气体对氢气的相对密度为 20, 求混合气体的体积分数和质量分数。

析: 根据相对密度可以求出混合气体的平均相对分子质量为 $20 \times 2 = 40$, 设 CO_2 的体积分数为 x, 则 CO 的体积分数为 $1 - x$, 由平均相对分子质量的计算式得 $44x + 28(1 - x) = 40$ $x = 0.75$



得物质的量比 $\text{CO}_2:\text{CO}=12:4=3:1$, 即 CO_2 占 $3/4=0.75$, CO 为 $1/4=0.25$

质量分数为: $\text{CO}_2 \quad 44 \times 0.75/40 = 33/40 = 0.825$

$\text{CO} \quad 28 \times 0.25/40 = 7/40 = 0.175$

【例 1-7】: 根据硝酸铵(NH_4NO_3)的化学式计算

(1) 硝酸铵相对分子质量和摩尔质量

(2) 氮、氢、氧的原子个数比

(3) 各元素的质量比

(4) 氮元素的质量分数

(5) 100kg 硝酸铵中含氮元素的质量。

析: (1) 相对分子质量即化学式中各原子相对原子质量之和, 为 76, 摩尔质量为 76g/mol

(2) 原子个数比: $\text{N}:\text{H}:\text{O}=2:4:3$

(3) 各元素的质量比即各元素相对原子质量之比。 $\text{N}:\text{H}:\text{O}, (14 \times 2):(4 \times 1):(3 \times 16) = 7:1:12$

(4) 氮元素质量分数 $\frac{2 \times 14}{76} = 0.368$

(5) 由质量分数可知 1g 硝酸铵含氮 0.368g, 则 100kg 含氮 $100 \times 0.368 = 36.8\text{kg}$ 。

【例 1-8】: 由 A、B 两气体组成的混合气体 8.6g, 在标准状况下占有体积为 8.96L, 已知 A 和 B 的物质的量之比为 3:1, 摩尔质量之比为 14:1, 则 A 可能为_____, B 是_____。

析: 由题意知混合气体的密度为 $8.6/8.96(\text{g/L})$ 得混合气体的平均相对分子质量为

$$\frac{8.6}{8.96} \times 22.4 = 21.5$$

又 A、B 两气体摩尔质量之比为 14:1 (即相对分子质量之比)。

设 B 相对分子质量为 x, 则 A 为 14x

由混合气体平均相对分子质量的计算式, 可计算出 A、B 的相对分子质量, 从而推测气体的化学式。

$$\text{答: } 14x \cdot \frac{3}{4} + x \cdot \frac{1}{4} = 21.5$$

$$x = 2(\text{B}) \quad \text{A 为 28}$$

相对分子质量为 2 的只有 H_2 。

而相对分子质量为 28 的有: N_2 、 CO 、 C_2H_4 等

$\therefore$ A 可能为 N_2 、 CO 、 C_2H_4

B 为 H_2

【基本练习二】

一、选择题:

1. 某元素 R 的最高价氧化物的分子式为 RO_2 , 它的最低价气态氢化物中含氢 0.125 (质量分数), 该气态氢化物的相对分子质量为 ()

A. 32

B. 34

C. 28

D. 16

2. 下列物质各 10g, 含分子数最多的是 ()

A. 甲烷

B. 水

C. 氨

D. 一氧化碳

3. 同温同压下,等物质的量的氢气和氮气具有相同的 ()
 A. 原子数 B. 体积 C. 中子数 D. 质量
4. CO_2 与 CO 的混合气体密度是同温同压下 CH_4 气体的 2 倍,则 CO_2 与 CO 的物质的量之比为 ()
 A. 3:1 B. 1:1 C. 1:3 D. 1:2
5. ^{12}C 原子的质量的 $1/12$ 是 $1.661 \times 10^{-27}\text{kg}$,1 个钠原子的质量是 $3.82 \times 10^{-26}\text{kg}$,钠的摩尔质量是 ()
 A. 23g B. 23 C. 23mol D. 23g/mol
6. 设 N_A 表示阿伏加德罗常数,下列说法不正确的是 ()
 A. 醋酸的摩尔质量与 N_A 个醋酸分子的质量在数值上相等
 B. N_A 个氧分子和 N_A 个氢分子的质量比等于 16:1
 C. 28g 氮气所含原子数目为 N_A
 D. 在标准状况下, $0.5N_A$ 个氯气分子所占体积是 11.2 升
7. 标准状况下,某气体的密度为 1.25g/L ,该气体可能是 ()
 A. O_2 B. Cl_2 C. N_2 D. CO_2
8. 标准状况下,相同质量的氮气和氢气所占的体积之比是 ()
 A. 1:14 B. 1:7 C. 14:1 D. 1:28
9. 在 CS_2 和 CO_2 的各 100 个分子中 ()
 A. 氧分子和硫分子的数目相同 B. 含碳元素质量分数相同
 C. 碳原子数目相同 D. 所占体积相同
10. 下列说法正确的是 ()
 A. 1mol 气体的体积约为 22.4L B. O_2 的摩尔质量是 32g
 C. 3g 氢气与 9g 氧气反应生成 12g 水 D. 32g SO_2 与 40g SO_3 含 S 原子数相同
11. 在标准状况下,与 2g 氢气所占的体积不相等的氮气的量是 ()
 A. 22.4L B. 1mol C. 34g D. 17g
12. 标准状况下,与 m L 氨气所含原子数相等的氢气的质量是 ()
 A. $\frac{m}{11.2}\text{g}$ B. $\frac{m}{22.4}\text{g}$ C. 22.4mg D. 11.2mg
13. 下列叙述正确的是 ()
 A. 相对分子质量就是分子的实际质量
 B. 某元素的一个原子的质量就是该元素的相对原子质量
 C. 在通常状况下,0.2mol 的 H_2 所占的体积是 4.48L
 D. 2.2g CO_2 和 1.6g O_2 含有的分子数相同
14. N_A 为阿伏加德罗常数,在 4°C 时 1ml 水中含有的氢原子个数是 ()
 A. N_A B. $\frac{2}{18}N_A$ C. $18N_A$ D. $\frac{2 \times 10^{-3}}{22.4}N_A$
15. 1mol H_2 和 0.5mol Cl_2 所含的分子数 ()
 A. 一定是 2:1 B. 基本上是 2:1
 C. 同温同压下是 2:1 D. 标准状况下是 2:1
16. 取质量相同的下列气体,使温度、容积一定,测定它们的压强,其中压强最大的是 ()

A. 氧气 B. 氢气 C. 甲烷 D. 一氧化碳

17. 同温同压下, A 容器的氯化氢和 B 容器的氨中所含的原子总数相等, 它们的体积比是

()

A. 3:4 B. 1:2 C. 2:1 D. 1:4

18. 5.6L 某气体的质量是 16g, 该气体的相对分子质量是

()

A. 16g/mol B. 16 C. 64g/mol D. 64

19. 下列选项中含原子个数最多的是

()

A. 0.1mol 氧气 B. 标准状况下 5.6L 二氧化碳
C. 4℃时 5.4ml 水 D. 10g 氖气

20. 有一真空瓶质量为 m_1 , 该瓶充入空气后质量为 m_2 , 在相同状况下, 若改为充入某气体 A 时, 总质量为 m_3 (质量单位均为 g), 则 A 的相对分子质量是

()

A. $\frac{m_2}{m_1} \times 29$ B. $\frac{m_3}{m_1} \times 29$
C. $\frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \times 29$ D. $\frac{m_2 - m_1}{m_3 - m_1} \times 29$

二、填空题:

21. 设阿伏加德罗常数为 N, 则标准状况下, aL 某气体含有_____个分子。

22. _____ g Fe_3O_4 含的铁原子数目跟 320g Fe_2O_3 含的铁原子数目相等。

23. 同温同压下, 3g 氢气和_____g 氧气所占的体积相等。

24. 标准状况下, 6.8g 某气体占有 4.48L 体积, 该气体的相对分子质量为_____。

25. 同温同压下, 相同质量的甲烷、乙炔、氨气、氧气、氮气, 其中_____占的体积最小。

26. 同温同压条件下, 质量相同的 O_2 (气)、 CH_4 (气) 和 SO_2 (气), 它们的体积比依次为

27. 标准状况下, 若 VL 甲烷中含有的氢原子个数为 n, 则阿伏加德罗常数可表示为

28. 对于 SO_2 和 SO_3 : ①等物质的量的 SO_2 和 SO_3 中氧原子个数比为_____;

②常压, 100℃ 时, 等体积 SO_2 和 SO_3 中氧原子个数比为_____;

③等质量的 SO_2 和 SO_3 中氧原子的个数比_____;

④ $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$, 100℃ 时, 等质量的 SO_2 和 SO_3 的密度比为_____, 体积比为_____。

29. 1mol 氧化镁中共有_____mol 离子, _____mol 电子。

30. 氧的相对原子质量为 16, 某氧化物分子式为 AO_3 , 该化合物中含 A 的质量分数为 0.4, 则 A 的摩尔质量为_____。

三、是非题(正确的画“√”, 错误的画“×”)

31. 1mol 任何物质都含有 6.02×10^{23} 个分子。 ()

32. 1mol 任何气体所占的体积都约为 22.4L ()

33. 化学反应中, 元素由化合态转变为游离态, 必定发生还原反应 ()

34. 同温同压下的两种气体, 它们的密度之比等于它们的相对分子质量之比 ()

35. CO_2 分子的摩尔质量是 44g ()

36. 2mol/L 盐酸表示 1L 溶液中含盐酸 2mol ()

37. 配制 1mol/L NaOH 溶液, 就是将 40g 氢氧化钠溶于 1L 水中 ()

38. H_2O 的相对分子质量是 18 ()