



全国青少年 化学大赛

指定辅导教材

中专化学世界

◎全国青少年物理化学大赛组委会 / 编◎

QUANGUO QINGSHAONIAN

HUAXUE DASAI

ZHIDING FUDAO JIAOCAI

广西民族出版社

1
全国青少年化学大赛指定辅导教材(

中专化学世界

全国青少年物理化学大赛组委会编

本册主编 何基稳

本册副主编 黄参廷

本册编委(以姓氏笔画为序)

韦 勤	韦思明	尹艳春
苏 泉	周 煦	邹丽兰
陆志发	陈丽梅	罗敏玲
谭正煌		

广西民族出版社

图书在版编目(CIP)数据

全国青少年化学大赛指定辅导教材. 中专化学世界/何基
稳主编. —南宁:广西民族出版社, 2003. 9

ISBN 7-5363-4413-9

I. 全... II. 何... III. 化学课—专业学校—教学参考资
料 IV. G634.83

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 020082 号

全国青少年化学大赛指定辅导教材

中专化学世界

全国青少年物理化学大赛组委会编

本册主编 何基稳

责任编辑 韦启福

封面设计 张文馨

责任校对 朱汝胜

责任印制 余秀玲

出版发行 广西民族出版社

(地址:南宁市桂春路 3 号 邮编:530021)

印 刷 广西地质印刷厂

开 本 787×1092 1/16

印 张 15.5

字 数 360 千

版 次 2003 年 9 月第 1 版

印 次 2003 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 7-5363-4413-9/G·1071

定价:22.00 元

出版说明

为了配合中国青少年发展服务中心、全国“青少年走进科学世界”科普活动指导委员会办公室、中国少年科学院联合组办的全国青少年物理化学大赛的开展和加强大赛的指导，帮助广大参赛人员更好地掌握物理化学的基础知识，领会大赛的内容，便于参赛选手的赛前复习，由全国青少年物理化学大赛组委会组织并特请资深的专家编写了这套复习指导教材。该教材包括物理和化学部分，各部分分为初中、高中、中专、大学分册，书中设有大赛的赛题训练及参考答案，以便读者训练提高，大赛试卷命题以本书为基础。本套指导教材的编写，紧扣大赛的主题和宗旨，注重素质能力的培养，引导和帮助广大青少年不断增强对物理和化学的学习和研究兴趣。

读者在使用本教材的过程中有什么意见或建议，请及时向我们反映。

编写说明

本书作为全国青少年化学大赛中专组辅导教材,在编写过程中,我们遵循了以下原则:

(1)基础性与普及发展性相结合原则。以中等专业学校教材(工科非化工专业通用)和中等师范学校教科书为基础,依据科技部、教育部、中宣部、中科院、团中央五部委颁发的《2001~2005年中国青少年科学技术普及活动指导纲要》的要求进行编写,突出强调基础知识和基本技能的培养,并将学科知识适当拓展到生产和生活等方面,同时注意兼顾了学科知识的普及性。

(2)理论知识与实验技能并重原则。化学是以实验为基础的自然科学,实验技能是反映学科水平的重要方面。因此,除强调基础理论外,在内容上还充分突出了学科的实验能力的培养。我们试图通过课本知识与课外知识相互渗透,使化学面向社会,面向生产和生活,使学生对化学应用更加深入了解,从而激发他们的学习兴趣和创新能力,以实现基础教育和素质教育协调发展的目的。

本书由何基稳主编,黄参廷任副主编。其中第一章由苏泉编写,第二章由黄参廷编写,第三章由黄参廷、尹艳春编写,第四章由罗敏玲、邹丽兰编写,第五章由黄参廷编写,第六章由周煦编写,第七章由韦勤编写,第八章由陈丽梅、谭正煌编写,第九章由陆志发、韦思明编写。全书由黄参廷统稿。

由于时间仓促以及编者水平有限,书中错漏在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2003年2月

目 录

第一章 化学基本量和化学计算	(1)
第一节 物质的量和气体摩尔体积	(1)
第二节 溶液的浓度	(8)
第三节 根据化学方程式的计算	(16)
第二章 物质结构和元素周期律	(23)
第一节 原子的组成 同位素	(23)
第二节 核外电子排布	(26)
第三节 元素周期律和元素周期表	(27)
第四节 分子结构与化学键	(32)
第三章 常见金属元素及其化合物	(37)
第一节 金属概述	(37)
第二节 钠及其重要化合物	(39)
第三节 镁及其重要化合物	(44)
第四节 铝及其重要化合物	(47)
第五节 铁及其重要化合物	(54)
第六节 铬、锰的重要化合物	(59)
第七节 铜、银及其重要化合物	(63)
第八节 锌、汞、铅及其重要化合物	(70)
第四章 常见非金属元素及其化合物	(76)
第一节 卤素	(76)
第二节 氧族元素	(86)
第三节 碳和硅	(102)
第四节 氮和磷	(110)
第五章 化学反应的能量变化和反应速率与化学平衡	(124)
第一节 化学反应中的能量变化	(124)
第二节 化学反应速率	(126)
第三节 化学平衡	(128)
第六章 电解质溶液	(136)
第一节 弱电解质的电离平衡	(136)
第二节 盐类的水解	(141)

第七章 电化学知识	(146)
第一节 氧化还原反应.....	(146)
第二节 电化学及其应用.....	(150)
第八章 有机化学	(158)
第一节 有机化合物概述.....	(158)
第二节 饱和烃.....	(159)
第三节 不饱和烃.....	(165)
第四节 苯 芳香烃.....	(172)
第五节 醇和酚.....	(177)
第六节 醛和酮.....	(183)
第七节 乙酸.....	(186)
第八节 酯和油脂.....	(190)
第九节 糖类 蛋白质 合成材料.....	(194)
第九章 化学实验	(201)
第一节 化学实验的基本操作.....	(201)
第二节 常见物质的性质实验和鉴别.....	(211)
第三节 物质的制备和综合实验.....	(218)

第一章 化学基本量和化学计算

第一节 物质的量和气体摩尔体积

〔赛点扫描〕

一、物质的量

1. 物质的量

物质的量是表示大量微粒集体的一个基本物理量。符号为 n , 单位为摩尔。注意“物质的量”是一个物理量, 是一个专用名词, 四个字是一个整体, 不能拆开, 也不能用其他字眼来代替。如“氧气的物质的量”不能说成“氧气的量”。

2. 物质的量的单位

物质的量的单位是摩尔, 符号为 mol。每摩尔物质含有阿佛伽德罗常数个组成该物质的微粒(分子、原子、离子、电子、中子或质子及其他粒子, 或这些粒子的特定组合)。

在使用摩尔时应注意:

(1) 应指明微粒种类, 即在摩尔或 mol 后写明微粒的名称或符号或化学式, 或符号的特定组合。如 1 摩尔 H_2 , 1mol 氧原子, 1mol OH^- , 而说“1mol 氧”是错误的。

(2) 摩尔只能用来表示分子、原子、离子、质子、中子、电子或其中某些微粒的特定组合等微观粒子, 不能量度宏观物体。如不能说“1mol 铁钉”或“1mol 细菌”等。

3. 阿佛伽德罗常数

科学上规定: 阿佛伽德罗常数为 $0.012kg^{12}C$ 中所含的碳原子数, 即 $0.012kg^{12}C$ 为 $1mol^{12}C$ 。阿佛伽德罗常数的符号为 N_A , 近似值为 $6.02 \times 10^{23} \text{个} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

4. 物质的量、阿佛伽德罗常数、微粒数之间的关系

$$n = \frac{N}{N_A}$$

N 为微粒数。

二、摩尔质量

1. 摩尔质量

单位物质的量的物质所具有的质量叫做摩尔质量。即某一物质的摩尔质量是该物质的质量与该物质的物质的量之比。摩尔质量的符号为 M , 常用单位为 $g \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

2. 物质的摩尔质量与物质的相对分子(原子)质量的区别与联系

项 目 \ 概 念	摩尔质量($g \cdot \text{mol}^{-1}$)	相对分子质量(单位为 1)
区别	单位物质的量的物质所具有的质量。 即 N_A 个微粒的总质量	1 个分子的实际质量与 1 个 ^{12}C 原子质量的 $\frac{1}{12}$ 的比值

续表

项 目 \ 概 念	摩尔质量($\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$)	相对分子质量(单位为 1)
联系	数值相等	
举例(如 H_2O)	$18\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$	18

3. 物质的量、质量、摩尔质量和微粒数之间的换算关系

$$(1) n = \frac{m(\text{g})}{M(\text{g}\cdot\text{mol}^{-1})}$$

(M 为摩尔质量)

$$(2) N = n \cdot N_A = \frac{m}{M} \cdot N_A (N_A \text{ 为阿佛伽德罗常数})$$

三、气体摩尔体积

1. 固、液、气体的体积大小的决定因素

(1) 决定物质体积大小的三个因素: ①所含的微粒数; ②微粒间的平均距离; ③微粒本身的大小。

(2) 在物质所含的微粒数相同的情况下:

①固体、液体的体积主要决定于其所含微粒本身的大小。

②气体的体积主要决定于气体分子间的平均距离。

2. 标准状况

是指温度为 0°C (273.15K)、压力为 101325Pa 时的状况。

3. 气体摩尔体积

单位物质的量的气体所占的体积, 符号为 V_m , 常用单位为 $\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}$ 和 $\text{m}^3\cdot\text{mol}^{-1}$ 。在标准状况下, 任何气体的气体摩尔体积约为 $22.4\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。即在标准状况下, 1mol 任何气体所占的体积都约为 22.4L 。

说明: (1) 使用“ $22.4\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}$ ”时应注意: ①适用条件: 标准状况(0°C , 101325Pa); ②适用范围: 标准状况时处于气态的物质(包括混合气体)。

(2) 在标准状况下, N_A 个气体分子所占的总体积约为 22.4L 。

(3) 在同温、同压下, 相同体积的任何气体都含有相同的分子数。这就是阿佛伽德罗定律。

4. 气体摩尔体积的计算

(1) 在标准状况下, 气体的物质的量、气体的体积与气体摩尔体积的换算关系:

$$n = \frac{V(\text{L})}{22.4(\text{L}\cdot\text{mol}^{-1})}$$

(2) 在标准状况下, 气体体积与质量的换算关系:

$$V = \frac{m(\text{g})}{M(\text{g}\cdot\text{mol}^{-1})} \times 22.4(\text{L}\cdot\text{mol}^{-1})$$

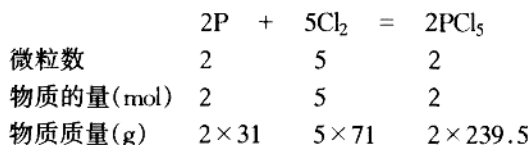
(3) 在标准状况下气体体积与微粒数的换算关系:

$$V = \frac{N}{6.02 \times 10^{23}\text{mol}^{-1}} \times 22.4(\text{L}\cdot\text{mol}^{-1})$$

[赛知拓展]

一、物质的量在化学方程式计算中的应用

在化学方程式中,化学计量数之比等于物质的量比,也等于微粒数之比。计算中要根据上述计量数比的关系列方程式计算,其关系举例如下:



二、阿佛伽德罗定律的重要推论

1. 阿佛伽德罗定律推论

在相同状况(同温同压)下,任何气体体积之比,等于它们的分子数之比,也等于它们的分子的物质的量之比。反之,在同温同压下,任何气体的物质的量之比,等于它们的体积之比(这个结论可用物理学上克拉贝龙方程 $PV = nRT$ 加以导出),也等于它们的分子数之比。

2. 表达式

(1)同温、同压下: $\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2}$

(2)同温、同压下: $\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{M_1}{M_2}$ (ρ_1 、 ρ_2 为气体的密度,单位 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$) $\frac{\rho_1}{\rho_2}$ 也叫气体的相对密度。

(3)同温、同体积时: $\frac{P_1}{P_2} = \frac{n_1}{n_2}$

(4)同温、同压、同体积时: $\frac{m_1}{m_2} = \frac{M_1}{M_2}$

(5)同温、同压、等质量的任何气体: $\frac{V_1}{V_2} = \frac{M_2}{M_1}$

三、关于气体式量的计算

1. 标准状况下,气体的密度 $\rho(\text{g} \cdot \text{L}^{-1})$ 由

$$\rho = \frac{\text{气体的摩尔质量}(\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})}{\text{气体的摩尔体积}(\text{L} \cdot \text{mol}^{-1})} = \frac{M}{22.4}$$

推得: $M = 22.4\rho$

2. 用阿佛伽德罗定律推论求式量:

$$M_1 = \frac{\rho_1}{\rho_2} \times M_2$$

3. 混合气体平均相对分子质量($\bar{M}$):

$$\bar{M} = \frac{\text{混合物总质量}}{\text{混合物总物质的量}} = \frac{M_1 n_1 + M_2 n_2 + \cdots}{n_1 + n_2 + \cdots} = \frac{m_{\text{总}}}{n_{\text{总}}} \quad (\text{也适用于固、液体物质计算})$$

$$\text{又有 } \bar{M} = M_1 \cdot V_1\% + M_2 \cdot V_2\% + \cdots = M_1 \cdot n_1\% + M_2 \cdot n_2\% + \cdots$$

$V\%$ 是体积分数 $n\%$ 是摩尔分数

〔赛题解读〕

〔例 1〕若 N_A 代表阿佛伽德罗常数, 下列说法正确的是()

A. 2.4g 金属镁, 变成镁离子失去的电子数目为 $0.1N_A$

B. 2g 氢气所含原子数目为 N_A

C. 在 25°C , 压力为 $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$ 时, 11.2 升氮气含原子数目为 N_A

D. 17g 氨气所含电子数为 $10N_A$

〔解读〕A. 2.4g 金属镁变成离子失去电子数目为 $\frac{2.4}{24} \times 2N_A = 0.2N_A$; B. 2g 氢气所含原子数目为 $\frac{2}{2} \times 2N_A = 2N_A$; C. 非标准状况下, 11.2 升氮气也不是 0.5mol, 故原子数也不是 N_A ; D. 17g 氨气所含电子数为 $\frac{17}{17} \times 10N_A = 10N_A$ 。

〔答案〕D

〔例 2〕5.85 克氯化钠必须溶解在多少克水中才能使每 10 个水分子中溶有 1 个钠离子?

〔解读〕

方法 1: 因为物质的量之比等于微粒个数之比, 5.85g 氯化钠的物质的量为 0.1mol, 即钠离子为 0.1mol, 所以水的物质的量为 1mol, 而 1mol 水的质量为 18g。

方法 2: 设必须溶解在 x 克水中

$$\frac{x}{18} : \frac{5.85}{58.5} = 10:1 \quad x = 18(\text{g})$$

〔答案〕18 克水

〔例 3〕19 世纪, 化学家对氧化锆的分子式有争议, 经测定, 锆的原子量为 91, 其氯化物蒸气的密度是同温同压下 H_2 密度的 116~117 倍, 试判断与氯化物价态相同的氧化锆的分子式是()

A. ZrO

B. Zr_2O

C. Zr_2O_3

D. ZrO_2

〔解读〕设锆(Zr)在其氯化物中的化合价为 $+x$ 价, 则依题意, 由

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{M_1}{M_2} \quad \text{得} \quad \frac{91 + 35.5x}{2} = 116 \sim 117, x = 4, \text{故选 D}$$

〔答案〕D

〔例 4〕水合碳酸钠晶体 14.3g 露置于空气中, 失去一部分结晶水而风化, 失重 8.1g。给风化的碳酸钠再加热, 又会继续失去 0.9g 水变成无水碳酸钠。求风化前后碳酸钠的分子式。

〔解读〕设风化前碳酸钠分子式为 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, 风化后碳酸钠分子式为 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot y\text{H}_2\text{O}$ 。由 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 变成无水碳酸钠共失去 $(8.1 + 0.9)\text{g}$ 水

$$\text{得: } \frac{x\text{H}_2\text{O}}{\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}} = \frac{9}{14.3} \quad \text{即} \quad \frac{18x}{106 + 18x} = \frac{9}{14.3}$$

解得 $x = 10$ 故分子式为 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

$$\frac{y\text{H}_2\text{O}}{\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot y\text{H}_2\text{O}} = \frac{0.9}{14.3 - 8.1} \quad \text{即} \quad \frac{18y}{106 + 18y} = \frac{0.9}{6.2}$$

解得 $y = 1$ 故分子式为 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

[答案]风化前分子式为 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, 风化后分子式为 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

[例 5] 在 AlCl_3 和 KCl 的混合物中, 已知 Al^{3+} 和 Cl^- 的个数比为 2:9, 则混合物中 KCl 的质量分数为()

- A. 45.6% B. 50% C. 54.5% D. 77.8%

[解读] 设混合物中 AlCl_3 为 $x\text{mol}$, KCl 为 $y\text{mol}$

$\therefore$ 物质的量之比等于微粒数之比

$$x:(3x+y)=2:9$$

$$\therefore x:y=2:3$$

$$\text{混合物中, KCl}\% = \frac{3 \times 74.5}{2 \times 133.5 + 74.5 \times 3} \times 100\% = 45.6\%$$

[答案] A

[例 6] 某金属 R 的硝酸盐受热时按下式分解: $2\text{RNO}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{R} + 2\text{NO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$, 加热 3.40g RNO_3 生成 NO_2 和 O_2 共 672mL (标准状况), 由此可知, R 的原子量为()

- A. 23 B. 24 C. 64 D. 108

[解读] $2\text{RNO}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{R} + 2\text{NO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$ 设金属 R 的原子量为 x

$$\frac{2(x+62)}{3.40\text{g}} = \frac{3 \times 22.4}{0.672\text{L}}$$

$$\frac{2(x+62)}{3.40\text{g}} = \frac{3 \times 22.4}{0.672\text{L}}$$

解得 $x=108$

[答案] D

[例 7] 撞击硝酸铵发生爆炸, 生成 N_2 、 O_2 、 H_2O (气), 所得混合气体的密度为相同条件下 H_2 密度的()

- A. 42 倍 B. 30.8 倍 C. 21.6 倍 D. 11.43 倍

[解读] $2\text{NH}_4\text{NO}_3 \xrightarrow{\text{撞击}} 2\text{N}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O} \uparrow$

$$\text{混合气体的平均分子量} = \frac{2 \times 80}{2+1+4} = \frac{160}{7}$$

根据同温同压, 气体的密度与分子量成正比, 得

$$\rho_{\text{混}}:\rho_{\text{H}_2} = \frac{160}{7}:2 = \frac{80}{7} \approx 11.43 \text{ 倍}$$

[答案] D

[例 8] 46g Na 在空气中充分燃烧, 得到淡黄色粉末, 将该粉末与水完全反应, 放出的气体在标准状况下的体积为()

- A. 44.8L B. 11.2L C. 22.4L D. 5.6L

[解读] 设标况下放出的体积为 $x\text{L}$



$$\frac{4 \times 23}{46\text{g}} = \frac{22.4}{x\text{L}}$$

$$\frac{4 \times 23}{46\text{g}} = \frac{22.4}{x\text{L}} \quad x = 11.2\text{L}$$

[答案] B

[例 9] 某金属硫化物的分子量为 N , 该金属溴化物的分子量为 M , 则金属的化合价为 (该金属无变价)()

$$A. \frac{2M-N}{128} \quad B. \frac{12N-M}{128} \quad C. \frac{2(M-N)}{128} \quad D. \frac{2(N-M)}{128}$$

〔解读〕设该金属的化合价为 $+x$, 元素符号为 R

(1) 若 x 为奇数, 则有 $R_2S_x \quad RBr_x$

$$\begin{cases} 2R + 32x = N \\ R + 80x = M \end{cases} \quad \text{化简} \quad x = \frac{2M-N}{128}$$

(2) 若 x 为偶数, 则有 $RS_{\frac{x}{2}}, RBr_{\frac{x}{2}}$

$$\begin{cases} R + 32 \times \frac{x}{2} = N \\ R + 80x = M \end{cases} \quad \text{得} \quad x = \frac{M-N}{64} = \frac{2(M-N)}{128}$$

〔答案〕A C

〔例 10〕一定质量的某金属与足量的稀 H_2SO_4 反应时, 有 0.2 mol 电子发生转移, 生成 6.02×10^{22} 个阳离子, 已知这一定质量的该金属共有 3 mol 核外电子, 核内共有 2.107×10^{24} 个中子。求①该金属的摩尔质量; ②该金属的化合价; ③该金属原子核组成的质子数和中子数各是多少?

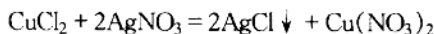
〔解读〕依题意, 可知: 0.1 mol 该金属失 0.2 mol 电子后形成 $+2$ 价离子, 且物质的量也为 0.1 mol 。而由这 0.1 mol 金属中含 3 mol 核外电子, 含 $\frac{2.107 \times 10^{24}}{6.02 \times 10^{23}} \text{ mol}$ 即 3.5 mol 中子。可知: 1 mol 该金属含 30 mol 核外电子, 35 mol 中子, 其摩尔质量在数值上近似等于其质量数: $(30 + 35) = 65 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

〔答案〕① $65 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ② $+2$ ③ $30, 35$

〔例 11〕有不纯 $CuCl_2$ 粉末 13.5 g , 与足量的 $AgNO_3$ 溶液反应生成 $AgCl$ 沉淀 29 g , 则粉末中的杂质可能是()

A. KCl B. $CaCl_2$ C. $ZnCl_2$ D. $MgCl_2 \cdot 6H_2O$

〔解读〕设 13.5 g 纯净 $CuCl_2$ 完全反应, 可得沉淀 $x \text{ g}$



$$135 \qquad 2 \times 143.5$$

$$13.5 \text{ g} \qquad x \text{ g} \qquad x = 28.7 \text{ g} < 29 \text{ g}$$

由此可知, 该 $CuCl_2$ 中定含有含氯量高于 $CuCl_2$ 的氯化物杂质。比较 A、B、C、D 中只 B 中含氯量高于 $CuCl_2$, 故答案选 B。

〔答案〕B

〔赛题训练〕

一、选择题

- 同温同压下, 等质量的氮气和氧气相比较, 下列叙述中正确的是()
A. 密度比为 $7:8$ B. 密度比为 $8:7$ C. 体积比为 $3:1$ D. 体积比为 $8:7$
- 下列说法正确的是()
A. 1 mol H 的质量与 $1 \text{ mol}(\frac{1}{2}H_2)$ 的质量相等
B. $1 \text{ mol } H_2SO_4$ 与 $1 \text{ mol}(\frac{1}{2}H_2SO_4)$ 所含的 H_2SO_4 分子数相等

- C. 1mol H 中含 $2 \times 6.02 \times 10^{23}$ 个电子
 D. $10\text{mL } 0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$ 溶液中含有 0.1mol Na^+
3. 标准状况下, 下列气体密度最大的是()
 A. 氮气 B. 氧气 C. 氯气 D. 氢气
4. 一定量的钠、镁、铝分别与足量的盐酸反应, 放出的 H_2 物质的量之比为 $3:2:1$, 则钠、镁、铝物质的量之比为()
 A. $1:1:1$ B. $3:2:1$ C. $6:3:2$ D. $9:3:1$
5. 体积是 22.4L 的物质是()
 A. 1mol 水蒸气 B. 0°C , $1.01 \times 10^5\text{Pa}$ 时的 2g H_2
 C. 17g 氨气 D. 标准状况下 18g 水
6. 在标准状况下, 与 V 升氨气所含的原子数目相等的氮气的质量是()
 A. $0.625V\text{g}$ B. $1.25V\text{g}$ C. $7V\text{g}$ D. $2.5V\text{g}$
7. 将 H_2 、 O_2 、 N_2 三种气体分别装在三个容器中, 当温度和密度相同时, 三种气体压力(P)的大小关系正确的是()
 A. $P_{\text{H}_2} = P_{\text{O}_2} = P_{\text{N}_2}$ B. $P_{\text{H}_2} > P_{\text{N}_2} > P_{\text{O}_2}$
 C. $P_{\text{O}_2} > P_{\text{N}_2} > P_{\text{H}_2}$ D. $P_{\text{O}_2} > P_{\text{H}_2} > P_{\text{N}_2}$
8. 相同状况下由 CO 和 CO_2 组成的混合气体, 其相对氢气的密度为 18 , 则此混合气体中 CO 和 CO_2 体积比为()
 A. $1:2$ B. $1:1$ C. $2:1$ D. $1:3$
9. 下列各组物质中, 分子数相同的是()
 A. 10g 氢气和 10g 氧气 B. 9g 水和 0.5mol 氯化氢
 C. 5.6L 氯气(标况)和 11g 二氧化碳 D. 224mL 氢气(标况)和 0.1mol 氮气
10. 甲、乙两种化合物都只含 x 、 y 两种元素, 甲、乙中 x 元素的质量分数分别是 30.4% 和 25.9% , 若已知甲的分子式是 x_2y_2 , 则乙的分子式只可能是()
 A. xy B. x_2y C. x_2y_2 D. x_2y_5
11. $A\text{g}$ 某结晶水合物 $\text{R} \cdot n\text{H}_2\text{O}$, 受热失去全部结晶水后, 质量变为 $B\text{g}$, 由此可以得知该结晶水合物的分子量为()
 A. $\frac{18nA}{A-B}$ B. $\frac{18nA}{B}$ C. $\frac{18nB}{A}$ D. $\frac{18nB}{A-B}$
12. 现有相同状况下的 CO_2 和 SO_2 两种气体, 下列叙述中正确的是()
 A. 两种气体的密度之比等于其物质的量之比
 B. 两种气体的密度之比等于其摩尔质量之比
 C. 等质量时, 两种气体的体积比等于其摩尔质量倒数之比
 D. 等体积时, 两种气体的物质的量之比等于其摩尔质量之比
13. 已知某元素一个原子的质量是 m , 其摩尔质量为 $M\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则一个 ^{12}C 原子的质量可表示为()
 A. $mM(\text{g})$ B. $12M/m(\text{g})$ C. $mM/12(\text{g})$ D. $12m/M(\text{g})$
14. 如果 $a\text{g}$ 某气体中含有的分子数为 b , 则 $c\text{g}$ 该气体在标准状况下的体积(式中 N_A 代表阿佛伽德罗常数)为()

A. $\frac{22.4bc}{aN_A}$ (L) B. $\frac{22.4ab}{cN_A}$ (L) C. $\frac{22.4ac}{bN_A}$ (L) D. $\frac{22.4b}{acN_A}$ (L)

15. 质量相同的下列金属与稀硫酸完全反应后,生成的氢气在同温同压下体积最大的是()

A. Na B. Mg C. Fe D. Zn

16. 由 0.2g H_2 和 8.8g CO_2 和 5.6g CO 组成混合气体,其密度是相同状况下 O_2 的密度的()

A. 0.913 倍 B. 1.852 倍 C. 0.873 倍 D. 1.631 倍

二、判断题(正确的在括号内打“√”,错误的打“×”)

17. $0^\circ C$ 、 $2 \times 1.0133 \times 10^5 Pa$ 下,0.1 摩尔氩气含 6.02×10^{22} 个氩分子。()

18. 在一定温度和压力下,气体体积主要决定于气体分子数的多少。()

19. 在标准状况下,1 摩尔 SO_3 的体积等于 22.4 升。()

20. 同温同压下,相同质量的任何气体都占有相同的体积,含有相同的微粒数。()

21. 1mol 甲烷的质量与 N_A 个甲烷分子的质量之和相等(N_A 表示阿佛伽德罗常数)。

22. a 摩尔氢气和 a 摩尔氦气含有相同的质子数和体积。()

23. 1mol H 表示 $\frac{1}{2} \times 6.02 \times 10^{23}$ 个 H_2 分子。()

三、计算题

24. 在标准状况下,15g 二氧化碳和一氧化碳组成的混合气体,其体积为 10.08L,则此混合气体中,一氧化碳和二氧化碳的物质的量之比为多少?

25. 称取 1.72g 某种硫酸钙的结晶水合物($CaSO_4 \cdot xH_2O$)加热,使它失去全部结晶水,这时候硫酸钙的质量是 1.36g,计算 x 的值。

26. 今有含氯化钠和氯化钾的混合物 5.32g,溶于水后跟硝酸银溶液反应,得到 0.08mol 的沉淀,求该混合物中氯化钠和氯化钾各为多少克。

27. 金属 A 和 B 的混合物 9g,与过量盐酸完全反应后产生 12.32L H_2 (标准状况),此时 A、B 分别转变为 A^{2+} 和 B^{3+} 离子。又知 A 的原子量是 B 的原子量的 $\frac{1}{3}$,原混合物中 A、B 的原子个数之比为 1:3。求 A 和 B 的原子量各是多少。

〔参考答案〕

一、1.A D 2.A 3.C 4.D 5.B 6.A 7.B 8.B 9.BC 10.D 11.A 12.B C
13.D 14.A 15.B 16.A

二、17.(√) 18.(×) 19.(×) 20.(×) 21.(√) 22.(×) 23.(×)

三、24. 2:1 25. $x=2$ 26. NaCl 质量为 2.34g, KCl 质量为 2.98g 27. A 为 9, B 为 27

第二节 溶液的浓度

〔赛点扫描〕

一、溶液的浓度和质量分数

1. 物质的量浓度

定义为溶质 B 的物质的量 $n(B)$ 除以溶液的体积 V ,即以单位体积溶液里所含溶质 B

的物质的量来表示溶液组成的物理量,叫做溶质 B 的物质的量浓度。符号为 $c(B)$,常用单位为 $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

2. 物质的量浓度的数学表达式

$$c(B) = \frac{\text{溶质 B 的物质的量 } n(B)(\text{mol})}{\text{溶液体积 } V(\text{L})}$$

注意:在该计算式中,分子是溶质的物质的量(mol),而不是质量(g)。若题中给出的是溶质的质量,则在计算时必须先换算成物质的量(mol)后,才能代入上式进行计算。分母是溶液的体积而不是溶剂的体积,单位是 L。当题中给出的是“mL”时,须转化为“L”。

3. 质量分数

溶质 B 的质量与溶液质量(或物质总质量)之比称为溶质 B 的质量分数。符号为 w

$$w(B) = \frac{m(B)}{m}$$

质量分数可以用小数表示,如 0.37;也可以用百分数表示,如 37%。

4. 物质的量浓度、溶质的物质的量与溶液体积的换算关系:

$$c(B) = \frac{n(B)(\text{mol})}{V(\text{L})}$$

$$\text{或 } V = \frac{n(B)(\text{mol})}{c(B)(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})}$$

5. 浓溶液稀释或稀溶液浓缩的有关计算

原理:稀释或浓缩前后溶质的物质的量(或质量)不变。表示为:

$$c(\text{浓}) \cdot V(\text{浓}) = c(\text{稀}) \cdot V(\text{稀})$$

二、溶液浓度的换算

1. 一定温度下,某饱和溶液中溶质 B 的溶解度(S)与溶质 B 的质量分数[$w(B)$]的换算关系:

$$\text{根据 } S = \frac{m(\text{溶质})}{m(\text{溶剂})} \times 100 \rightarrow \begin{cases} \frac{m(\text{溶质})}{m(\text{溶液})} = \frac{S}{100 + S} \\ \frac{m(\text{溶质})}{m(\text{溶剂})} = \frac{S}{100} \\ \frac{m(\text{溶剂})}{m(\text{溶液})} = \frac{100}{100 + S} \end{cases}$$

$$w(B) = \frac{m(\text{溶质})}{m(\text{溶剂}) + m(\text{溶质})} \times 100\%$$

$$\text{推得: } w(B) = \frac{S}{100 + S} \times 100\%$$

$$\text{或 } S = \frac{w(B)}{1 - w(B)} \times 100$$

2. 某一溶液中溶质的质量分数[$w(B)$]、溶质的物质的量浓度[$c(B)$]和溶液的密度(ρ)的换算关系:

$$c(B) = \frac{1000 \cdot \rho \cdot w(B)}{M} \quad (\rho \text{ 的单位为 } \text{g}\cdot\text{mL}^{-1})$$

3. 一定温度下,某饱和溶液中溶质 B 的溶解度(S)、溶质的物质的量浓度[$c(B)$]和溶液密度(ρ)的换算关系:

$$c(B) = \frac{1000\rho S}{(100 + S)M}$$

〔赛知拓展〕

一、配制溶液时的混合规律

1. 一定量溶剂(或溶液)里溶解溶质的质量不超过定温下的极限值。
2. 可溶性氧化物溶于水,溶质是跟水反应后的生成物;结晶水合物溶于水,溶质是无水物部分。
3. 互不反应的两溶液混合后,溶液总质量不变,溶质的总质量和总物质的量不变,而体积一般不等于二者之和;密度发生变化。

二、溶液中微粒浓度守恒关系

在 $a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{SO}_4$ 溶液中:

离子浓度关系: $[\text{SO}_4^{2-}] = a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $[\text{Na}^+] = 2a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

浓度运算关系: $[\text{Na}_2\text{SO}_4]:[\text{SO}_4^{2-}]:[\text{Na}^+] = 1:1:2$

电荷守恒关系:因为有 $[\text{Na}^+]:[\text{SO}_4^{2-}] = 2:1$,所以电荷守恒关系是: $[\text{Na}^+] = 2[\text{SO}_4^{2-}]$, $[\text{SO}_4^{2-}]$ 前面的“2”表示每个 SO_4^{2-} 带 2 个负电荷之含义。

〔赛题解读〕

〔例 1〕将标准状况下的 $a \text{ L}$ HCl (气)溶于 1000 g 水中,得到盐酸的密度为 $b \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,则该盐酸的物质的量浓度是()

- A. $(a/22.4) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ B. $(ab/22400) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
C. $[ab/(22400 + 36.5a)] \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ D. $[1000ab/(22400 + 36.5a)] \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

〔解读〕溶质的物质的量 $n(\text{HCl}) = \frac{a \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = \frac{a}{22.4} \text{ mol}$

$$\text{溶液体积 } V = \frac{\frac{a \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 36.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 1000 \text{ g}}{b \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \times 1000 \text{ cm}^3 \cdot \text{L}^{-1}} = \frac{\frac{36.5a}{22.4} + 1000}{1000b} \text{ L}$$

$$\text{盐酸的物质的量浓度 } c(\text{HCl}) = \frac{\frac{a}{22.4} \text{ mol}}{\frac{\frac{36.5a}{22.4} + 1000}{1000b} \text{ L}} = \frac{1000ab}{22400 + 36.5a} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

〔答案〕D

〔例 2〕若 20 g 密度为 $d \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的硝酸钙溶液里含 1 g Ca^{2+} ,则 NO_3^- 的浓度是()

- A. $(d/400) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ B. $(20/d) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ C. $2.5d \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ D. $1.25d \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

〔解读〕因为 Ca^{2+} 的物质的量为 $(1/40) \text{ mol}$,溶液的体积为 $[20/(d \times 1000)] \text{ L}$,则 Ca^{2+} 的物质的量浓度为:

$$c(\text{Ca}^{2+}) = \frac{\frac{1}{40}}{\frac{20}{1000d}} = 1.25d (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

$$[\text{NO}_3^-] = 2[\text{Ca}^{2+}] = 2 \times 1.25d \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 2.5d \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

〔答案〕C

〔例 3〕在一定温度下,某物质的溶解度为 25 g ,今在 120 g 溶液中溶解 20 g 溶质,要制得