

大学自学辅导丛书

化学

向金城编



湖南科学技术出版社



大学自学辅导丛书

化 学

向金城编

湖南科学技术出版社

大学自学辅导丛书

化 学

向金城 编

责任编辑：胡海清

*

湖南科学技术出版社出版发行

(长沙市展览馆路8号)

湖南省新华书店经销 湖南省新华印刷二厂印刷

*

1988年8月第1版第1次印刷

开本：787×1092毫米 1/32 印张：7.25 字数：162,000

印数：1—3,500

ISBN 7—5357—0249—x

O·32 定价：1.75元

湘目 87—40

前 言

国家四化建设需要大批受过高等教育的人才.但是,我国目前高等院校有限,大多数的人要通过自学的道路或其他学习途径逐步成才.广大自学人员和电视大学、职工大学、函授大学的学员,在学习会遇到比较多的困难.为了帮助这些学员及时解决疑难,及时检查学习效果,及时完成学习任务,我们编写了这本辅导读物.我们希望,本书能成为读者学习普通化学的“一位好朋友”,对大家理解、掌握、巩固所学的知识起到指导作用,以期达到事半功倍的效果.

本书在编写过程中,对教材的基本概念、基本原理、基本方法作了扼要的叙述,并对学员学习中可能出现的疑难问题和容易产生混淆的概念予以指出或重点说明;在与教材的配合方面,既遵循教学大纲,紧紧围绕教材的主要线索逐步展开辅导,又在各章分节时,依据学员学习的实际情况予以适当的取舍、删并;对于计算题,除了给出解答外,还写出解题分析或解题的注意事项,以启发学员思路,起到举一反三的作用;此外,为了便于读者参考,本书还将历届电视大学普通化学、无机化

学试题按内容分别附于各章后面，并给出了答案。

本书在编写过程中，承蒙陈超球、张先道两位同志给予指导并负责审阅，在此特致谢忱。

编 者

一九八五年八月

目 录

第一章 物质的聚集状态与溶液	1
§ 1-1 物质的聚集状态	1
§ 1-2 气体定律	2
§ 1-3 稀溶液的通性	8
历届电大有关试题解答	14
自我检查题	16
第二章 化学反应速度与化学平衡	19
§ 2-1 化学反应速度	20
§ 2-2 化学平衡	25
§ 2-3 焓、熵和自由焓	31
历届电大有关试题解答	42
自我检查题	48
第三章 电解质溶液	52
§ 3-1 电解质的电离	53
§ 3-2 电解质溶液的酸碱性	55
§ 3-3 多相离子平衡	65
历届电大有关试题解答	70
自我检查题	85
第四章 氧化还原反应与电化学	87
§ 4-1 氧化还原反应	88
§ 4-2 原电池和电极电位	92

§ 4-3 电解 105

§ 4-4 金属的腐蚀及其防止 108

历届电大有关试题解答 110

自我检查题 116

第五章 原子结构与周期系..... 120

§ 5-1 氢原子结构 120

§ 5-2 多电子原子结构和周期系 124

§ 5-3 元素性质的周期性递变和原子结构的关系 127

历届电大有关试题解答 130

自我检查题 136

第六章 化学键与晶体结构..... 139

§ 6-1 化学键 139

§ 6-2 分子间力和氢键 146

§ 6-3 晶体的内部结构 151

历届电大有关试题解答 154

自我检查题 158

第七章 单质与无机化合物..... 160

§ 7-1 单质的物理性质和晶体结构 160

§ 7-2 单质的化学性质 162

§ 7-3 无机化合物的物理性质和晶体结构 164

§ 7-4 无机化合物的化学性质 166

历届电大有关试题解答 175

自我检查题 183

第八章 络合物..... 185

§ 8-1 络合物的概念 185

§ 8-2 络合物的化学键和空间构型——价键理论 188

§ 8-3 络合物在溶液中的状况 191

§ 8-4 络合物的应用 194

历届电大有关试题解答 196

自我检查题 199

第九章 有机化合物..... 201

§ 9-1 有机化合物的分类和命名 202

§ 9-2 有机化合物的重要反应 205

§ 9-3 高分子化合物的特征和合成 208

§ 9-4 高分子化合物各论 211

电大有关试题及解答 216

自我检查题 218

自我检查题参考答案 220

第一章 物质的聚集状态 与溶液

本章学习的具体要求是：

一 了解物质的几种主要的聚集状态的物理特性，区别聚集状态和相的概念。

二 掌握气体状态方程式和分压定律的计算。

三 适当联系相平衡的观点，了解稀溶液的通性及其适用范围。

§ 1-1 物质的聚集状态

物质常见的聚集状态有气态、液态和固态；在气体中常遇到的是气体混合物，液体中则是液态溶液。需要明确与聚集状态有关的另一重要概念是相，因为在讨论化学变化和化学平衡时往往要涉及相的变化和相平衡的概念。

一 几个基本概念

体系——为研究需要，和周围的物质(环境)隔离开来的被研究对象。例如：以一只烧杯中的溶液为研究对象时，则该烧杯中的溶液为我们所研究的体系，其余的都称环境。

聚集状态——物质在一定条件下所呈现的存在形态。例如，水在一大气压并高于 100°C 时呈气态。

相——体系中任何具有相同的物理性质和化学性质的部

分。相与相之间有界面隔开。

二 物质的聚集状态和相的关系

气态：只含一相。例如，氢气、空气等。

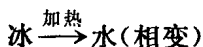
液态：含一相。例如，5%NaCl溶液。

含二相。例如，水和油组成的体系。

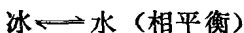
含三相。例如，异戊醇、水和四氯化碳组成的体系。

固态：一物一相。例如，硫磺粉和铁粉各为一相，而硫磺粉和铁粉的混合物为两相。

一物质的聚集状态或相可以转化。例如：



一物质的聚集状态或相可以共存。例如：0℃时，



§ 1-2 气体定律

主要是气体状态方程式和分压定律两个问题。

一 气体状态方程式

1 气体状态方程式，又称理想气体状态方程。可由玻意耳定律与盖·吕萨克定律综合得到。

玻意耳定律指出：当温度不变时，一定质量气体的体积 V 与压力 P 成反比。即

$$V \propto \frac{1}{P}.$$

盖·吕萨克定律指出：当压力不变时，一定质量气体的体积 V 与绝对温度 T 成正比。即

$$V \propto T.$$

综上所述, $V \propto \frac{T}{P}$, 设 C 为比例常数, 则

$$V = C \frac{T}{P}.$$

即 $PV = CT$.

C 是常数。若采用一摩尔的气体, C 便是一个固定的值, 若以摩尔气体常数 R 表示, 则得

$$PV = RT.$$

对于 n 摩尔气体, 则得

$$PV = nRT$$

或 $PV = \frac{W}{M_G} RT$.

2 气体状态方程式的适用范围: 适用于温度不太低、压力不太高的情况。

前已述及, 气体状态方程式又叫理想气体方程式。所谓理想气体是一种假设的气体, 认为其分子没有体积而且分子之间没有引力。然而, 实际气体的分子本身必然占有体积, 而且分子之间也一定具有引力。因此应用理想气体状态方程式进行计算时不可避免地存在着不同程度的偏差。对处于室温和一大气压左右的气体, 这种偏差很小。

3 R 的数值和单位。 R 的数值随压力 P 和体积 V 的单位不同而改变。若压力用 atm, 体积用 L, 则

$$\begin{aligned} R &= \frac{PV}{nT} = \frac{1(\text{atm}) \times 22.414(\text{L})}{1(\text{mol}) \times 273.15(\text{K})} \\ &= 0.08206(\text{l} \cdot \text{atm} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}). \end{aligned}$$

若压力用 Pa(帕斯卡), 体积用 m^3 , 则

$$R = \frac{PV}{nT} = \frac{1.0133 \times 10^5(\text{Pa}) \times 22.414 \times 10^{-3}(\text{m}^3)}{1(\text{mol}) \times 273.15(\text{K})}$$

$$= 8.315(\text{Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1})$$

$$= 8.315(\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}).$$

附: $1(\text{atm}) = 76(\text{cmHg})$

$$= 76 \times 13.6(\text{cm H}_2\text{O})$$

$$= 1033.6(\text{g} \cdot \text{cm}^{-2})$$

$$= 1.0336(\text{Kg} \cdot \text{cm}^{-2})$$

$$= 1.0336 \times 9.8(\text{N} \cdot \text{cm}^{-2})$$

$$= 1.0336 \times 9.8 \times 10^4(\text{N} \cdot \text{m}^{-2})$$

$$= 1.0133 \times 10^5(\text{Pa}).$$

$$1(\text{Pa} \cdot \text{m}^3) = 1(\text{N} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{m}^3)$$

$$= 1(\text{N} \cdot \text{m}) = 1(\text{J}).$$

二 分压定律

分压——气体混合物中各组分气体的压力。等于该气体单独占有与混合气体相同体积时所产生的压力。

1 道尔顿分压定律——混合气体的总压力等于各组分气体的分压力之和。

分压定律表达式: $P_{\text{总}} = p_A + p_B + \dots$

例如: $P_{\text{空气}} = p_{\text{N}_2} + p_{\text{O}_2} + p_{\text{CO}_2} + \dots$

道尔顿分压定律可用于计算气体混合物的总压力,也可以从总压力求各组分气体的分压。

2 分压的计算:混合气体中某组分气体的分压,等于总压力乘该组分气体的摩尔分数。

$$p_A = P_{\text{总}} \times \frac{n_A}{n_{\text{总}}} \text{ (在同温度和同体积条件下)}$$

摩尔分数——某组分气体的摩尔数与混合气体的总摩尔数之比。例如上述的 $\frac{n_A}{n_{\text{总}}}$

实验的方法：计算分压的关键在于如何求得组分气体的摩尔分数。一般方法是通过对混合气体进行气体分析，测出各组分的体积分数（如 $V_A/V_{\text{总}}$ ）。例如在一定的温度和压力下，取100毫升含 CO_2 、 O_2 和 N_2 的混合气体，经用 KOH 溶液吸收 CO_2 后，混合气体体积减少到95毫升，表明 CO_2 的体积分数为5%。由于气体分析是在同温度同压力的条件下进行的，根据气体状态方程式，气体的体积与摩尔数成正比。所以按气体分析测得的某组分的体积分数等于其摩尔分数。即

$$\frac{V_A}{V_{\text{总}}} = \frac{n_A}{n_{\text{总}}}$$

三 气体状态方程和分压定律计算举例

利用气体状态方程可以求一定量气体在给定条件下的压力、体积、温度等。也可以利用公式 $PV = \frac{W}{M_G}RT$ 求未知气体的摩尔质量。

分压定律则可用来计算混合气体中组分气体的分压、摩尔数或在给定条件下的体积。

例一 27℃时，在50.00升的容器中装有2.0公斤氧气，问容器内壁承受的压力为多少大气压？

解 根据 $PV = \frac{W}{M_G}RT$ 。

此处 R 的单位应选用 $\text{atm} \cdot \text{l} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，有关数据的单位必须与其一致，然后代入公式计算

$$\begin{aligned} P &= \frac{WRT}{M_G V} \\ &= \frac{2.0 \times 10^3 (\text{g}) \times 0.082 (\text{atm} \cdot \text{l} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}) \times 300 (\text{K})}{32 (\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}) \times 50.00 (\text{L})} \\ &= 30.75 (\text{atm}). \end{aligned}$$

例二 在15℃和750mmHg压力下，将3.45克锌与过量酸作用，于水面上收集得1.15升氢气。求锌中杂质的百分含量(假定杂质不与酸作用)。已知，15℃时水蒸汽压为12.8mmHg。

解 根据 $PV = \frac{W}{M_G} RT$ 。

于水面上收集的氢气中含有水蒸汽，氢气的分压为 $p_{H_2} = 750 - 12.8 = 737.2(\text{mmHg})$ 。

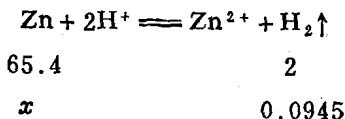
化成大气压为

$$p_{H_2} = \frac{737.2}{760} = 0.97(\text{atm}),$$

故氢气的质量为

$$W = \frac{p_{H_2} V M_G}{RT} = \frac{0.97 \times 1.15 \times 2.0}{0.082 \times 288} = 0.0945(\text{克}).$$

根据锌与酸的反应方程式



能产生0.0945克氢气的锌的质量为

$$x = \frac{65.4 \times 0.0945}{2} = 3.09(\text{克}),$$

则锌中的杂质百分含量为

$$\frac{3.45 - 3.09}{3.45} \times 100\% = 10.4\%.$$

例三 常温下，将装有相同气体的体积为5升压力为9大气压的容器和体积为10升压力为6大气压的两容器之间的连接阀门打开，问平衡后的压力是多少大气压？

解 两容器开通后，容积总共为15升

设原5升气体产生的分压为 p_1 ，原10升气体产生的分压为 p_2 。

因为温度不变，根据玻意耳定律

$$p_1 = \frac{5(l) \times 9(\text{atm})}{15(l)} = 3(\text{atm}),$$

$$p_2 = \frac{10(l) \times 6(\text{atm})}{15(l)} = 4(\text{atm}),$$

故平衡后的总压力为

$$P_{\text{总}} = p_1 + p_2 = 3 + 4 = 7(\text{atm}).$$

例四 一容器中装有4.4克 CO_2 ，16克氧气和14克氮气，在 20°C 时总压力为2.0大气压，计算：

(1) CO_2 ， O_2 ， N_2 的分压各是多少大气压？

(2) 该容器的体积为多少升？

解 (1) 首先求出各气体的摩尔数。

$$n_{\text{CO}_2} = \frac{4.4}{44} = 0.10(\text{mol}),$$

$$n_{\text{O}_2} = \frac{16}{32} = 0.50(\text{mol}),$$

$$n_{\text{N}_2} = \frac{14}{28} = 0.50(\text{mol}),$$

$$\begin{aligned} n_{\text{总}} &= n_{\text{CO}_2} + n_{\text{O}_2} + n_{\text{N}_2} \\ &= 0.10 + 0.50 + 0.50 = 1.10(\text{mol}). \end{aligned}$$

根据 $p_A = P_{\text{总}} \times \frac{n_A}{n_{\text{总}}}$,

$$p_{\text{CO}_2} = P_{\text{总}} \frac{n_{\text{CO}_2}}{n_{\text{总}}} = 2.0 \times \frac{0.10}{1.10} = 0.18(\text{atm}),$$

$$p_{\text{O}_2} = p_{\text{N}_2} = 2.0 \times \frac{0.50}{1.10} = 0.91(\text{atm}).$$

(2) 再计算容器的体积

根据 $PV = nRT$,

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{1.10 \times 0.082 \times 293}{2.0} \\ = 13.21(l).$$

说明 因为三种气体都充满了整个容器, 故该容器的体积也可用其中任一气体的摩尔数 n_A 及分压数据 p_A 代入上式求出。

§ 1-3 稀溶液的通性

稀溶液的通性一般指稀溶液的蒸汽压下降、沸点上升、凝固点下降及渗透压。

一 溶液的摩尔浓度

1 摩尔分数浓度:

$$x = \frac{\text{溶质的摩尔数}}{\text{溶质的摩尔数} + \text{溶剂的摩尔数}}.$$

2 重量摩尔浓度:

$$m = \frac{\text{溶质的摩尔数}}{1000 \text{克溶剂}}.$$

3 体积摩尔浓度:

$$M = \frac{\text{溶质的摩尔数}}{1000 \text{ml 溶液}},$$

以上三种摩尔浓度单位, x 、 m 属于重量浓度单位, M 属于体积浓度单位。这两类浓度单位之间若要进行换算, 必须已知溶液的密度。

例五 有一硫酸溶液含硫酸43%(重量), 密度为1.33克·毫升⁻¹, 计算该硫酸溶液的:

(1) 体积摩尔浓度;

(2) 重量摩尔浓度;

(3) 当量浓度;

(4) 摩尔分数浓度.

解 一升硫酸溶液重

$$1.33 \text{克} \cdot \text{毫升}^{-1} \times 1000 \text{毫升} = 1.33 \times 10^3 \text{克}.$$

一升硫酸溶液中所含纯 H_2SO_4 重量为

$$1.33 \times 10^3 \times 43\% = 571.9 \text{(克)}.$$

(1) H_2SO_4 的摩尔质量为98克, 所以一升硫酸溶液中所含 H_2SO_4 的摩尔数为

$$\frac{571.9}{98} = 5.8 \text{(M)}.$$

(2) 100克该 H_2SO_4 溶液中含 H_2SO_4 43克和57克水, 设1000克水中所含 H_2SO_4 的重量为 x 克, 则

$$1000:x = 57:43,$$

$$x = 754 \text{(克)}.$$

故该硫酸溶液的重量摩尔浓度为

$$\frac{754}{98} = 7.7 \text{(m)}.$$

(3) 一摩尔 H_2SO_4 等于2克当量 H_2SO_4 , 所以该硫酸溶液的当量浓度为

$$5.8 \times 2 = 11.6 \text{(N)}.$$

(4) 100克该硫酸溶液中含 H_2SO_4 43克和水57克, 43克 H_2SO_4 的摩尔数为:

$$\frac{43}{98} = 0.44 \text{(mol)}.$$

57克水的摩尔数为

$$\frac{57}{18} = 3.17 \text{(mol)}.$$

故该硫酸溶液的摩尔分数浓度为