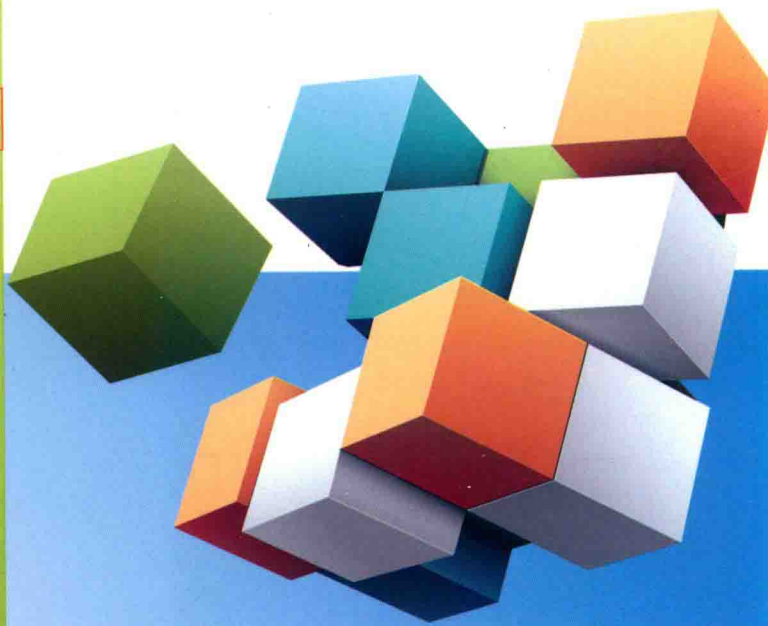


科学版 习题精解系列·师范类



无机化学

习题精解 (第三版)

主 编 竺际舜

副主编 包建春 龚 剑 李 强 吴惠霞



科学出版社

科学版习题精解系列·师范类

无机化学习题精解

(第三版)

主 编 竺际舜
副主编 包建春 龚 剑 李 强 吴惠霞

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书为《科学版习题精解系列·师范类》之一。

本书含二十章和十八套综合练习题。每章包括三部分：一、基本内容，依据教学大纲，简明阐述本章内容；二、重点与难点，详细阐述本章的难点和重点；三、精选题及其解，本书的精华所在，精选的题目中基本题与提高题各半，强调典型性、实用性、趣味性，而且每个题目均有解答。综合练习题的编写也是本书的一个特色，练习题均是从各校的期末考试和研究生入学考试题目中精选的。因此，本书无论是对日常学习还是对报考研究生均有十分重要的参考价值。

本书可作为高等师范院校化学和应用化学专业学生学习无机化学和报考硕士研究生的参考书，对理工院校化学化工专业学生、中学化学教师等都有重要的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

无机化学习题精解/竺际舜主编. —3版. —北京:科学出版社,2019.1
(科学版习题精解系列·师范类)
ISBN 978-7-03-059966-7

I. ①无… II. ①竺… III. ①无机化学-高等学校-解题 IV. ①O61-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 284995 号

责任编辑:丁 里 / 责任校对:何艳萍
责任印制:吴兆东 / 封面设计:陈 敬

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京中石油彩色印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2001年9月第一版 开本:787×1092 1/16

2006年1月第二版 印张:28

2019年1月第三版 字数:735 000

2019年1月第七次印刷

定价:79.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

序

我国正全面实施《高等教育面向 21 世纪教育内容和课程体系改革计划》，为了适应新的专业调整方案和满足迅速变化的社会需求，我国高等教育战线上的许多老师都付出了艰苦而富有创造性的劳动，从而涌现出一批具有高水平的教学改革成果。其目标是转变教育思想，改革人才培养模式，实现教学内容、课程体系、教学方法、教学手段的现代化，形成和建立有中国特色的高等教育的教学内容和课程体系。

演练习题是学习中的重要环节，是课堂和课本所学知识的初步应用和实践，通过演算和思考，不仅能考查对知识的理解和运用程度，巩固书本知识，而且能培养科学的思维方法和解题能力。在充分调查研究的基础上，《科学版习题精解系列》(师范类)编委会就本套丛书的定位、特色、编写原则、编写分工等进行了充分而深入的讨论，并达成如下共识：

1. 本套丛书要针对师范类化学专业学生的特点。众所周知，师范生将来大多是从事教育工作，他们要有“传道、解惑、授业”的本领，必须“学高为师，身正为范”。为帮助我国越来越多的师范学生提高学习效果，使其具有更加符合社会需求的知识结构和知识层次，我们编写这套针对师范学生特点的习题解答类教学辅导书。

2. 本套丛书所精选的习题具有典型性、代表性、趣味性、实用性、普适性，并在解答中体现“精解”的特点。力求对读者掌握每门学科的特点和研究方法有所帮助，并在科学思维方式上有所突破，使其既有丰富的想像力，善于进行发散性思维，习惯于寻找各种解法和答案，又善于进行收敛性思维，能够做出最优化的选择。

3. 本套丛书不仅能够对学生的日常学习起到很好的帮助作用，而且对报考研究生也有很好的参考作用。尤其是在“综合练习题”的设置上，我们充分考虑到了读者的各种需求，力求体现三个层次：普通师范院校期末考试试题—重点师范院校期末考试试题—重点师范院校硕士研究生考试试题。

4. 本套丛书的每章由三个部分组成：

一、基本内容。本部分依据教学大纲，简明扼要地阐述本章的基本内容，清晰、实用，力求使读者一目了然，起到提纲挈领的作用。

二、重点与难点。本部分具体提出各章的重点要求，并对其中的难点和易混淆、疏漏之处及时给予提醒，同时还适当拓宽、增加了提高方面的内容，激励学生进一步探究。

三、精选题及其解。本部分是全书的重点和精华。精选题中基本题和提高题各半。有题必有解，对难度较大的习题在给出解答的同时还注意解题思路的阐述，多种解法的比较，错误的分析等，以利于引导读者开拓思路，培养科学的思维方法，强化解题能力。

在上述共识的基础上，编委会决定本套丛书由无机化学、有机化学、物理化学、分析化学四门课程组成，一门课程一本书。经过编委会卓有成效的工作，华东师范大学、西南师范大学、东北师范大学、上海师范大学、南京师范大学、华南师范大学、四川师范大学、浙江师范大学、西北师范大学、广西师范大学等十所师范大学中长期从事教学工作的教师参加了编写工作。参加编写工作的老师都有丰富的教学经验和科研成果，对教和学两个方面的规律进行了探索和总结，编写的内容力求有针对性，切合师范类学生的实际情况，因而无论是对在校学生还是刚刚

踏上教学岗位的青年教师,都有很好的参考价值。

本套丛书是集体智慧的结晶,在此我们感谢所有参编单位和科学出版社有关领导所给予的大力支持和积极帮助。

鉴于首次组织十所师范大学的众多老师编写针对师范类化学系学生的化学主干课程习题解答辅导书,虽然已经多次讨论并认真校核,仍难免存在不妥甚至错误之处,敬请各位专家和读者批评指正,以便在重印时补充改正。

《科学版习题精解系列》(师范类)
编委会

第三版前言

《无机化学习题精解》(第二版)于2006年出版。编写者都是长期耕耘在教学第一线,具有敬业精神和开拓意识的教师。这本参考书能帮助学生理解和掌握无机化学的基础知识和基本原理,排疑解惑,灵活运用无机化学的基本规律;还能培养学生的科学思维,提高他们分析归纳、解决问题的能力,增强创新意识,因而受到许多师范院校的青睐。不少学校把它作为无机化学教学指定参考书,以及教师备课资料和考试命题的参考资料。本书还成为国内一些重点大学考研指定用书以及国家精品课程和省、市级精品课程的指定参考书,被一些化学奥林匹克竞赛选手用作竞赛参考书。但时至今日,《无机化学习题精解》(第二版)的一些内容已显陈旧,难以与时俱进。为适应学科发展及知识更新的要求,更新改版势在必行。

第三版在保持原书体系和特色的基础上,对一些章节的基本内容作了较大修改;对各章精选题进行了调整与更新,新增了不少原创题;加强了元素化学的创新和实用知识;深入浅出,重点突出,选题强调典型性和实用性,并注意到原创性和趣味性。全书共二十章,前十章为无机化学基本原理,后十章为元素化学。第三版最大亮点是在“综合练习题”中新增了八套参编学校近年的研究生入学考试模拟试题,并附有参考答案。

本书全面修订工作由竺际舜教授负责。参与修订工作的有南京师范大学包建春教授、东北师范大学龚剑教授、华东师范大学李强教授和上海师范大学吴惠霞教授。修订过程中得到了科学出版社的多方指导;兄弟院校的师生提出了许多宝贵的修改意见;上海师范大学朱福森先生、杨海峰教授和上海教育出版社化学编审徐建飞参与了本书的研讨,并给予了悉心指导;李钰敏老师参加了书稿整理工作。华东师范大学、南京师范大学、东北师范大学和上海师范大学及科学出版社的有关领导在修订过程中给予了大力支持和帮助;在编写过程中也参考了一些无机化学的习题集和竞赛试题,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中疏漏和不妥之处在所难免,敬请各位同仁和读者批评指正。

编者

2018年5月

第二版前言

《无机化学习题精解》自 2001 年出版后,在激发学生的学习兴趣和开拓思路,培养科学的思维方法和自学能力,提高无机化学教学质量方面获得了师生们的青睐。不少高等院校把它作为无机化学或普通化学的教学参考书,教师备课、试题的参考资料以及考研用书。为顺应学科发展和教学改革的需要,有必要对该书进行修订,以满足广大读者的需要。

第二版在保持原书体系和特色的基础上,对某些章节的基本内容作了较大修改或增写;调整与增删了部分习题,以适应学科发展及知识更新的要求,加强了元素化学的实用性知识;更正了第一版中出现的错误并修改了一些不妥之处;综合练习题中新增了两套硕士研究生入学考试无机化学试题和参考答案。

本书全面修订工作主要由竺际舜完成。修订过程中得到了华东师范大学王麟生的大力支持与参与;各章编写者(同第一版)与兄弟院校的师生们提出了许多有益的建议和宝贵的修改意见;上海师范大学化学系 2001~2004 级的学生在使用中对书中的错误之处提出了修改意见;曹丽君、毛丽红等帮助整理了书稿,朱瑞星、朱天洋参加了部分校稿工作,在此一并致谢。同时感谢华东师范大学、东北师范大学、南京师范大学、西南师范大学和上海师范大学及科学出版社的有关领导在修订过程中所给予的大力支持和帮助。在编写过程中也参考了一些无机化学的习题集、学习指导等参考书,在此对这些出题者和参考书的作者表示感谢。

由于编者水平有限,错误和不妥之处在所难免,敬请各位同仁和读者批评指正。

编者

2005 年 5 月

第一版前言

在高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革的阵阵号角声中,我们迎来了新世纪。体现转变教育思想,改革人才培养模式,实现课程结构和教学内容的整合、优化而编写的高水平、高质量的新教材像雨后春笋般涌现。同时也激励着长期活跃在师范教学第一线、具有敬业精神和开拓意识的老师们编写了这本颇具特色的《无机化学习题精解》,愿它能在提高教学质量,促进教学改革进一步深化的浪潮中,能增添一点浪花。

在编写过程中,我们努力按照丛书编委会的要求进行编写、统稿和定稿。本书由上海师范大学竺际舜任主编。参加本书编写工作的有:东北师范大学黄如丹(第一、三、四、五、六章),南京师范大学包建春(第七、八、十二、十三、十四章),西南师范大学谷名学(第二、十一章)和上海师范大学竺际舜(第九、十、十五、十六、十七、十八、十九、二十章)。综合练习题素材由上述学校提供。全书由竺际舜负责统稿、修改和定稿。上海师范大学任萃毅帮助绘制图表,王海红、厉妮、沈俊杰等帮助整理书稿,在此一并致谢。同时感谢上述师范大学和科学出版社有关领导在成书过程中所给予的大力支持和帮助。

由于编者水平所限和时间仓促,难免存在错误和疏漏,甚至谬误之处,敬请各位同仁和读者不吝赐教和指正。

编者

2001 年 3 月

目 录

序	
第三版前言	
第二版前言	
第一版前言	
第一章 气体定律	1
第二章 溶液	16
第三章 化学平衡	33
第四章 酸碱平衡和沉淀平衡	51
第五章 化学热力学基础	72
第六章 化学动力学基础	89
第七章 原子结构和元素周期律	102
第八章 分子结构和晶体结构	115
第九章 氧化还原平衡和电化学	135
第十章 配合物和配位平衡	157
第十一章 氢和稀有气体	176
第十二章 碱金属和碱土金属	190
第十三章 硼族元素	200
第十四章 碳族元素	212
第十五章 氮族元素	231
第十六章 氧族元素	255
第十七章 卤素	268
第十八章 铜族和锌族元素	291
第十九章 过渡元素	307
第二十章 镧系、锕系元素和核化学	331
综合练习题(一)	340
综合练习题(二)	346
综合练习题(三)	351
综合练习题(四)	359
综合练习题(五)	364
综合练习题(六)	371
综合练习题(七)	375
综合练习题(八)	378
综合练习题(九)	385
综合练习题(十)	389
综合练习题(十一)	394

综合练习题(十二).....	401
综合练习题(十三).....	408
综合练习题(十四).....	412
综合练习题(十五).....	416
综合练习题(十六).....	420
综合练习题(十七).....	423
综合练习题(十八).....	430

第一章 气体定律

一、基本内容

(一) 理想气体状态方程

理想气体是指分子之间没有引力,分子本身不占有体积,只是具有质量的几何点,只有位置,并且分子之间以及分子与容器壁之间发生碰撞时没有动能损失。理想气体的压强(p)、体积(V)、温度(T)、物质的量(n)之间的关系式称为理想气体状态方程,即

$$pV = nRT$$

在不同条件下,它有不同的表达形式:

(1) n 一定时, p 、 V 、 T 改变,有

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

(2) n 、 T 一定时, p 、 V 改变,由波义耳定律有

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

(3) n 、 p 一定时, V 、 T 改变,由查理-盖吕萨克定律有

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

(4) T 、 p 一定时, n 、 V 改变,由阿伏伽德罗定律有

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{V_1}{V_2}$$

(5) $n = \frac{m}{M}$, $\rho = \frac{m}{V}$,代入理想气体状态方程有

$$M = \frac{mRT}{pV} = \frac{\rho RT}{p}$$

理想气体实际上并不存在,但是当实际气体处于高温、低压条件时,分子之间距离很远,相互之间作用力很小,分子本身占有的体积可忽略,此时实际气体十分接近理想气体,可以较好地服从理想气体状态方程。

通常我们在讨论实际气体时,为了使问题简化,就把实际气体理想化,使用理想气体状态方程。

(二) 混合气体分压定律

道尔顿在理想气体状态方程基础上提出了气体分压定律,它是处理混合气体体系的基本定律。在求算时,通常要知道组分气体的分体积、体积分数、摩尔分数、分压等数值。

1. 分体积、体积分数、摩尔分数

分体积(V_i):指相同温度下,组分气体具有混合气体总压时所占有的体积。

在温度、压强一定时,混合气体总体积($V_{\text{总}}$)等于组分气体分体积之和。

$$V_{\text{总}} = V_1 + V_2 + V_3 + \cdots + V_i$$

体积分数(ϕ_i):指该组分的分体积与总体积之比。

$$\phi_i = \frac{V_i}{V_{\text{总}}}$$

摩尔分数(x_i):指某组分气体的物质的量(n_i)与混合气体的总物质的量($n_{\text{总}}$)之比。

$$x_i = \frac{n_i}{n_{\text{总}}}$$

当 p 、 T 一定时,该混合气体中

$$\phi_i = x_i$$

2. 道尔顿分压定律

分压(p_i):指在相同温度时,某组分气体单独占有整个混合气体容积时所呈现的压强。

道尔顿分压定律:混合气体的总压等于各组分气体的分压之和。

$$p_{\text{总}} = p_1 + p_2 + p_3 + \cdots + p_i$$

(三) 气态(易挥发)物质摩尔质量的测定

理想气体定律可用于气态(易挥发)物质摩尔质量(M)的测定。

1. 相对密度法

根据阿伏伽德罗定律: p 、 V 、 T 一定时,不同气体 n 相同,则有

$$\frac{M_2}{M_1} = \frac{m_2}{m_1}$$

式中: m_2/m_1 称为第二种气体对第一种气体的相对密度,用 d 表示。所以,上式也可写为

$$M_2 = dM_1$$

2. 标准摩尔体积法

标准状况(100kPa, 273K)下, 1mol 任何气体占有的体积约为 22.4L, 称为气体的标准摩尔体积。

气体的摩尔质量 = 某气体标准状况下密度($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$) \times 22.4($\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$)

3. 气体扩散定律法

1831年,英国化学家格雷厄姆提出:同温同压下,各种不同气体的扩散速度(U)与气体密度(ρ)的平方根成反比,该结论称为气体扩散定律,即

$$\frac{U_1}{U_2} = \sqrt{\frac{\rho_2}{\rho_1}} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

4. 理想气体状态方程法

$$M = \frac{mRT}{pV}$$

5. 极限密度法

由 $M = \frac{\rho}{p} RT$, 在 T 一定时, 以 $\frac{\rho}{p}$ 对 p 作图, 外推 $p=0$ 时, 读出 ρ/p 值。因 $p \rightarrow 0$ 时, 实际气体接近理想气体, 将图上所得 $(\rho/p)_{p \rightarrow 0}$ 值代入方程计算 M 。

二、重点与难点

(一) 重点

理想气体定律及其应用。混合气体中分压 p_i 的计算。在有关气态反应化学平衡、反应速率等计算中常需要计算 p_i 。

p_i 的计算方法总结如下:

$$(1) p_i = \frac{n_i RT}{V}。$$

$$(2) V, T \text{ 一定时, } p_i = x_i p_{\text{总}}。$$

(3) 混合气体中, 某组分气体占有总体积时具有分压, 占有分体积时具有混合气体的总压。

$$p_i V = p V_i$$

(二) 难点

分体积、体积分数、摩尔分数、分压等概念的理解、掌握和运用, 还要注意 R 的数值和单位的选择。总结如下:

pV 的单位	R 值	R 的单位
$\text{Pa} \cdot \text{m}^3$	8.314	$\text{Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 或 $\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
$\text{Pa} \cdot \text{L}$	8314	$\text{Pa} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
$\text{atm} \cdot \text{L}$	0.082	$\text{atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

* atm 为非法定计量单位, $1 \text{ atm} = 1.01325 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。

三、精选题及其解

1-1 实际气体与理想气体接近的条件是 ()

- (A) 高温高压 (B) 低温高压
(C) 高温低压 (D) 低温低压

解 (C) 实际气体之所以产生偏差, 主要是因为气体分子占有体积且分子间有作用力, 高温及低压条件下, 这两种因素的影响相应削弱。

1-2 氟的相对原子质量是 19, 在标准状况下 11.2L 氟气 19.0g, 氟气的化学式应该是什么?

解 氟气的摩尔质量 = 氟气在标准状况下的密度 $(\text{g} \cdot \text{L}^{-1}) \times 22.4 (\text{L} \cdot \text{mol}^{-1})$

$$= \frac{19.0}{11.2} \times 22.4 = 38.0 (\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$$

氟气的相对分子质量为 38.0, 设其化学式为 F_n , 则

$$19.0n = 38.0$$

$$n = 2$$

即氟气的化学式为 F_2 。

1-3 下列关于 m g H_2 和 n g He 的说法中, 正确的是 ()

- (A) 同温同压下, H_2 与 He 的体积比为 $m : 2n$
 (B) 同温同压下, 若 $m=n$, 则 H_2 与 He 的分子数之比为 $2 : 1$
 (C) 同温同压同体积时, H_2 与 He 的质量比 $\frac{m}{n} > 1$
 (D) 同温同压下, H_2 与 He 的密度比为 $1 : 2$

解 (B)、(D)。

(A) 根据理想气体状态方程, 同温同压下, 气体的体积之比等于物质的量之比, 即

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{m/2}{n/4} = \frac{2m}{n}$$

故(A)错误。

(B) 根据理想气体状态方程, 同温同压下, 气体的分子数之比等于物质的量之比, 即

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1/2}{1/4} = 2$$

故(B)正确。

(C) 根据理想气体状态方程, 同温同压同体积时, 气体的物质的量相等, 即

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{m/2}{n/4} = 1, \quad \frac{m}{n} = \frac{1}{2}$$

故(C)错误。

(D) 根据理想气体状态方程, 同温同压下, 气体的密度之比等于摩尔质量之比, 即

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{M_1}{M_2} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$

故(D)正确。

1-4 有人在实验室收集了天然气, 298K 时在一只 0.25L 烧瓶中收集气压为 7.33×10^4 Pa 的气体, 称得此气体的净质量是 0.118g(298K), 从这些数据求此气体的摩尔质量。

解 由 $pV = nRT = \frac{m}{M}RT$ 得

$$M = \frac{mRT}{pV} = \frac{0.118 \times 8314 \times 298}{7.33 \times 10^4 \times 0.25} = 15.95 (\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$$

1-5 设有一真空的箱子, 288K 时, 在 1.01325×10^5 Pa 压强下, 称量为 153.679g, 假若在同温同压下, 充满氯气后质量为 156.844g, 充满氧气后质量为 155.108g。求氯气的摩尔质量。

解 同温同压下, 同体积的两种气体的物质的量相同, 即

$$\frac{m_{O_2}}{M_{O_2}} = \frac{m_{Cl_2}}{M_{Cl_2}}$$

$$M_{\text{Cl}_2} = \frac{m_{\text{Cl}_2}}{m_{\text{O}_2}} \times M_{\text{O}_2} = \frac{156.844 - 153.679}{155.108 - 153.679} \times 32 = 70.87(\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$$

1-6 一个未知液体样品质量 0.469g, 当转变为气体时只有 0.125L。在标准状况下: (1) 求它的摩尔质量; (2) 如这个物质的实验式是 CH_2 , 求化学式。

解 (1) 该气体的摩尔质量为

$$\frac{0.469}{0.125} \times 22.4 = 84.0(\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$$

(2) 设化学式为 $(\text{CH}_2)_n$, 则

$$n = \frac{84}{12 + 2} = 6$$

故其化学式为 C_6H_{12} 。

1-7 稀有气体氙能与氟形成多种氟化氙(XeF_x)。实验测得在 353K、 $1.56 \times 10^4 \text{Pa}$ 时, 某气态氟化氙的密度为 $0.899 \text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。试确定这种氟化氙的化学式。

解 由理想气体状态方程

$$M = \frac{m}{V} \frac{RT}{p} = \rho \frac{RT}{p} = 0.899 \times \frac{8.314 \times 10^3 \times 353}{1.56 \times 10^4} = 169(\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$$

已知相对原子质量 $A_r(\text{Xe}) = 131, A_r(\text{F}) = 19$, 则

$$131 + 19x = 169$$

$$x = 2$$

即氟化氙的化学式为 XeF_2 。

1-8 求氧气在 273K、 $5.06625 \times 10^5 \text{Pa}$ 情况下的密度。

解 由 $p = \frac{mRT}{VM} = \frac{\rho RT}{M}$ 得

$$\rho = \frac{pM}{RT} = \frac{5.06625 \times 10^5 \times 32}{8314 \times 273} = 7.14(\text{g} \cdot \text{L}^{-1})$$

1-9 在 298K 和 $1.01325 \times 10^5 \text{Pa}$ 压强下, 测得某气体的密度是 $1.340 \text{g} \cdot \text{L}^{-1}$, 在另一实验中测得这个气体的组成为: C 79.8% 和 H 20.2% [已知 $A_r(\text{C}) = 12, A_r(\text{H}) = 1.008$]。求:

(1) 该化合物的最简式; (2) 该化合物的摩尔质量; (3) 该化合物的化学式。

解 (1) 化合物中原子数最简比 H : C 为

$$\frac{20.2}{1.008} : \frac{79.8}{12} \approx 3 : 1$$

故最简式为 CH_3 。

(2) 由 $pV = \frac{m}{M}RT$ 得

$$M = \frac{m}{V} \frac{RT}{p} = \frac{\rho RT}{p} = \frac{1.340 \times 8314 \times 298}{1.01325 \times 10^5} \approx 32.8(\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$$

(3) 设化合物的化学式为 $(\text{CH}_3)_n$, 则

$$n = \frac{32.8}{(12 + 1.008 \times 3)} \approx 2$$

故化学式为 C_2H_6 。

1-10 在 293K 和 $9.33 \times 10^4 \text{ Pa}$ 条件下,在烧瓶中称量某物质的蒸气,得到如下数据:烧瓶容积为 0.293L;烧瓶和空气的质量为 48.369g;烧瓶与该物质蒸气质量为 48.5378g,且已知空气的平均摩尔质量为 $29 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。计算此物质的摩尔质量。

解 由 $pV = \frac{m}{M}RT$ 得

$$m_{\text{空}} = \frac{pVM_{\text{空}}}{RT} = \frac{9.33 \times 10^4 \times 0.293 \times 29}{8314 \times 293} = 0.3254(\text{g})$$

则烧瓶质量为: $48.369 - 0.3254 = 48.0436(\text{g})$

该物质质量为: $48.5378 - 48.0436 = 0.4942(\text{g})$

同温同压同体积下

$$\frac{m_{\text{空气}}}{M_{\text{空气}}} = \frac{m_{\text{蒸气}}}{M_{\text{蒸气}}}$$

$$M_{\text{蒸气}} = \frac{m_{\text{蒸气}}}{m_{\text{空气}}} M_{\text{空气}} = \frac{0.4942}{0.3254} \times 29 = 44.04(\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$$

1-11 0.05L 氧气通过多孔性隔膜扩散需要 20s, 0.02L 某气体通过该多孔性隔膜扩散需 9.2s, 求该气体的摩尔质量(已知 $M_{\text{O}_2} = 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)。

解 根据气体扩散定律 $\frac{U_1}{U_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$ 得

$$\frac{U_{\text{O}_2}^2}{U^2} = \frac{M}{M_{\text{O}_2}}$$

$$M = \frac{U_{\text{O}_2}^2}{U^2} M_{\text{O}_2} = \left(\frac{0.05}{0.02} \right)^2 \times 32 = 42.32(\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$$

1-12 一次渗流实验中,一定物质的量的未知气体通过小孔渗向真空,需要的时间为 5s, 在相同条件下相同物质的量的氧气渗流需要 20s。求未知气体的摩尔质量。

解

$$\frac{U_1^2}{U_2^2} = \frac{M_2}{M_1}$$

$$M_2 = \frac{M_1 U_1^2}{U_2^2} = \frac{32 \times 5^2}{20^2} = 2(\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$$

1-13 将氨和氯化氢气体分别从一根长 1.20m 的玻璃管两端向管内自由扩散,则两气体在玻璃管的什么位置相遇而生成 NH_4Cl 白烟?

解 设氨从一端进入管 $x \text{ m}$, 氯化氢从管另一端进入 $(1.20 - x) \text{ m}$, 经过 t 时相遇。由于

$$\frac{U_{\text{NH}_3}}{U_{\text{HCl}}} = \sqrt{\frac{M_{\text{HCl}}}{M_{\text{NH}_3}}} = \sqrt{\frac{36.5}{17}} = 1.465$$

故

$$\frac{\frac{x}{t}}{1.20 - x} = 1.465$$

$$x = 0.713(\text{m})$$

1-14 将一定量的 KClO_3 加热后,其质量失去 0.480g,生成的氧气在水面上用排水法收集起来,在 294K、 $9.96 \times 10^4 \text{ Pa}$ 时,测得其体积为 0.377L,求 O_2 的摩尔质量(已知 294K 时, H_2O 的饱和蒸气压为 $2.48 \times 10^3 \text{ Pa}$)。

解 在水面上收集的气体是含有水蒸气的混合气体,由道尔顿分压定律, O_2 的分压为

$$p_{\text{O}_2} = 9.96 \times 10^4 - 2.48 \times 10^3 = 9.71 \times 10^4 \text{ (Pa)}$$

由 $pV = \frac{m}{M}RT$ 得

$$M = \frac{mRT}{pV} = \frac{0.480 \times 8314 \times 294}{9.71 \times 10^4 \times 0.377} = 32.05 \text{ (g} \cdot \text{mol}^{-1}\text{)}$$

1-15 在体积为 0.5L 的烧瓶中充满 NO 和 O_2 混合气体,温度为 298K,压强为 $1.23 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。反应一段时间后,瓶内总压变为 $8.3 \times 10^4 \text{ Pa}$ 。求生成 NO_2 的质量(不考虑 NO_2 与 N_2O_4 的转化)。

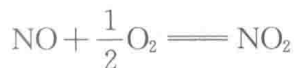
解 反应前气体的物质的量为

$$n_1 = \frac{p_1 V}{RT} = \frac{1.23 \times 10^5 \times 0.5 \times 10^{-3}}{8.314 \times 298} = 0.0248 \text{ (mol)}$$

反应后气体的物质的量为

$$n_2 = \frac{p_2 V}{RT} = \frac{8.3 \times 10^4 \times 0.5 \times 10^{-3}}{8.314 \times 298} = 0.0168 \text{ (mol)}$$

设反应生成 $x \text{ mol}$ NO_2 气体,由反应式



可知:生成 $x \text{ mol}$ 的 NO_2 需消耗 $\frac{1}{2}x \text{ mol}$ 的 O_2 和 $x \text{ mol}$ 的 NO ,共消耗反应物的物质的量为

$$x + \frac{1}{2}x = \frac{3}{2}x \text{ (mol)}$$

$$n_2 = \left(0.0248 - \frac{3}{2}x\right) + x = 0.0168 \text{ (mol)}$$

$$x = 0.016 \text{ (mol)}$$

则生成 NO_2 的质量为 $0.016 \times 46 = 0.74 \text{ (g)}$ 。

1-16 合成氨原料气中氢气和氮气的体积比是 3 : 1,除这两种气体外,原料气中还含有其他杂质气体 4%(体积分数),原料气总压为 $1.52 \times 10^7 \text{ Pa}$,求氮、氢的分压。

解 设原料气的总体积为 V ,除去杂质气体后, H_2 和 N_2 的总体积是

$$V - V \times 4\% = 0.96V$$

根据已知条件, $V_{\text{H}_2} : V_{\text{N}_2} = 3 : 1$,即氮气占总体积的 $\frac{1}{4}$,氢气占总体积的 $\frac{3}{4}$ 。

N_2 和 H_2 具有总压为

$$1.52 \times 10^7 \times 96\% = 1.46 \times 10^7 \text{ (Pa)}$$

N_2 和 H_2 分别具有的分压为

$$p_{\text{N}_2} = 1.46 \times 10^7 \times \frac{1}{4} = 3.65 \times 10^6 \text{ (Pa)}$$