

高校经典教材同步辅导

配套武汉大学、吉林大学等校合编的《无机化学》

九章丛书

无机化学

【第三版】

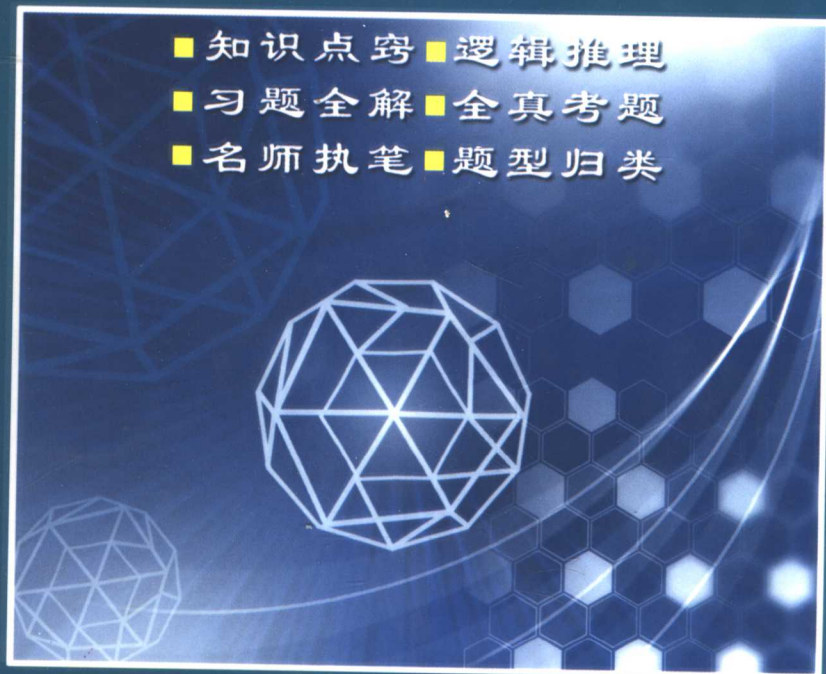
辅导及习题全解

(教材上下册合订本配套用书)

主编 / 苏荣华 刘 恒 张晓妮

编写 / 九章系列课题组

■ 知识点窍 ■ 逻辑推理
■ 习题全解 ■ 全真考题
■ 名师执笔 ■ 题型归类



人民教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

无机化学/苏荣华等编. —北京:人民日报出版社,2005.11

(高校经典教材同步辅导)

ISBN 7-80208-299-4

I. 无… II. 苏… III. ①无机化学—高等学校—教学参考资料

IV. 064

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 122491 号

无机化学

主 编:苏荣华 刘恒 张晓妮

责任编辑:文 一

封面设计:伍克润

出版发行:人民日报出版社

社 址:北京金台西路2号

邮政编码:100733

经 销:新华书店

印 刷:北京顺天意印刷有限公司

开 本:787×960 1/16

字 数:351 千字

印 张:25.25

印 数:3000

印 次:2006年2月第1版 第1次印刷

书 号:ISBN 7-80208-299-4/J·173

定 价:28.80元(全五册·128.00元)

前 言

无机化学是一门关于物质及其变化规律的基础课,是培养化学专业综合性人才的一门必修课。武汉大学、吉林大学合编的《无机化学》(高等教育出版社,第三版),目前是一套备受读者欢迎并多次获奖的优秀教材,并被全国许多院校采用。本书是配合这本教材而编写的教材辅导书,旨在帮助读者深刻理解普通化学教材的重点内容,牢固掌握基础知识和基本原理,培养正确思维方法,以及提高读者的知识水平和应试能力。

本书各章主要内容如下:

一、学习基本要求 结合理工高校无机化学考研大纲要求,分别对各章知识点做了简要概括,使读者在学习过程中做到目标明确,有的放矢。

二、知识点归纳 将各章节的内容进行了简明的叙述、归纳和总结,突出必须掌握和理解的核心内容,以加深读者对其的理解。

三、课后习题详解 本部分依据武汉大学、吉林大学编写的《无机化学》教材,对各章习题做出详细解答,本书除了有传统习题的解题过程外,还有以下特点:

知识点窍: 运用公式、定理及定义来点明知识点;

逻辑推理: 阐述习题的解题过程及其逻辑推理;

解题过程: 概念清晰、步骤完整、数据准确、附图齐全。

把“知识点窍”、“逻辑推理”、“解题过程”串起来,做到融会贯通,最后给出教材课后习题的答案,在解题思路和解题过程上进行精练分析和引导,巩固所学,达到举一反三的效果。

四、经典复习题 本部分精选了无机化学课程中具有代表性的经典例题,并辅以分析。希望读者通过对这些例题的学习后,能够达到举一反三,触类旁通。

本书在编写的过程中主要参考了徐家宁、史苏华、宋天佑等编写的《无机化学例题与习题》一书,在此深表感谢!

由于编者水平有限及编写时间仓促,不妥之处在所难免,希望广大读者不吝批评指正。

编者

2006年1月

目 录

第一章 绪 论	1
第二章 物质的状态	2
学习基本要求	2
知识点归纳	2
课后习题详解	4
经典复习题	12
第三章 原子结构	15
学习基本要求	15
知识点归纳	15
课后习题详解	18
经典复习题	26
第四章 化学键与分子结构	30
学习基本要求	30
知识点归纳	30
课后习题详解	37
经典复习题	46
第五章 氢和稀有气体	54
学习基本要求	54
知识点归纳	54
课后习题详解	56
经典复习题	60
第六章 化学热力学初步	64
学习基本要求	64
知识点归纳	64
课后习题详解	69

经典复习题	76
第七章 化学反应的速率	82
学习基本要求	82
知识点归纳	82
课后习题详解	85
经典复习题	92
第八章 化学平衡	100
学习基本要求	100
知识点归纳	100
课后习题详解	103
经典复习题	112
第九章 溶 液	119
学习基本要求	119
知识点归纳	119
课后习题详解	122
经典复习题	130
第十章 电解质溶液	138
学习基本要求	138
知识点归纳	138
课后习题详解	144
经典复习题	155
第十一章 氧化还原反应	165
学习基本要求	165
知识点归纳	165
课后习题详解	170
经典复习题	181
第十二章 卤 素	192
学习基本要求	192
知识点归纳	192
课后习题详解	200
经典复习题	210

第十三章 氧族元素	218
学习基本要求	218
知识点归纳	218
课后习题详解	230
经典复习题	235
第十四章 氮族元素	239
学习基本要求	239
知识点归纳	239
课后习题详解	252
经典复习题	259
第十五章 碳族元素	264
学习基本要求	264
知识点归纳	264
课后习题详解	273
经典复习题	278
第十六章 硼族元素	284
学习基本要求	284
知识点归纳	284
课后习题详解	290
经典复习题	295
第十七章 碱金属和碱土金属	298
学习基本要求	298
知识点归纳	298
课后习题详解	305
经典复习题	308
第十八章 铜、锌副族	313
学习基本要求	313
知识点归纳	313
课后习题详解	322
经典复习题	328

第十九章 配位化合物	333
学习基本要求	333
知识点归纳	333
课后习题详解	341
经典复习题	346
第二十章 过渡金属(Ⅰ)	349
学习基本要求	349
知识点归纳	349
课后习题详解	357
经典复习题	361
第二十一章 过渡金属(Ⅱ)	365
学习基本要求	365
知识点归纳	365
课后习题详解	368
经典复习题	372
研究生入学考试模拟试题(一)	375
研究生入学考试模拟试题(二)	385

第一章 绪 论

化学是一门在原子、分子或离子层次上研究物质的组成、结构、性质、变化及其内在联系和外界变化条件和科学。简而言之,化学是研究物质变化的科学。

人们研究化学的最终目的就是通过认识物质化学变化的规律,去驯服物质,把各种自然界取得的原料经过加工和改造,可以得到比粗品更好或自然界完全没有的新物质。以往人类受物质的支配和限制,而现在可以通过化学手段,几乎是随心所欲地强迫地改造它们,使它们为人类造福。化学在提高我国人民的物质生活水平和满足人民的精神生活需要方面起更大作用。

努力发展化学理论是摆在化学工作者面前的一项主要任务。实践、认识、再实践、再认识是我们研究化学的正确途径。

无机化学是化学科学中发展最早的一个分支学科。它承担着研究所有元素的单质和化合物(碳氢化合物及其衍生物除外)的组成、结构、性质和反应的重大任务。

鉴于无机化学本身的发展,它又被精细地划分为许多分支,例如普通元素化学、稀有元素化学、稀土元素化学、配位化学(即络合物化学)、金属间化合物化学、无机高分子化学、无机合成化学、同位素化学等;同时,无机化学又同其它学科相互渗透,产生了不少新的边缘学科,例生物无机化学、固体无机化学、金属有机化学、金属酶化学等。

第二章 物质的状态

学习基本要求

- (1)了解气体的基本特征,理解理想气体的概念,掌握理想气体状态方程式及其应用;
- (2)掌握混合气体中组分气体分压的概念和分压定律;
- (3)了解实际气体状态方程;
- (4)了解气体物质性质的统计意义和扩散定律的应用;
- (5)了解饱和蒸气压的概念,掌握克劳修斯-克拉贝龙方程式及应用;
- (6)掌握晶胞结构。

知识点归纳

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,这样的气体称为**理想气体**。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

$$pV = nRT$$

在应用理想气体状态方程时,应注意以下几个问题:

- (1)气体常数 R 的单位和数值;
- (2)当物质处于相平衡时,其气态物质不适用理想气体状态方程;
- (3)实际气体,特别是非极性分子或极性较小的分子,在压力不太高,温度不太低的情况下,较好地服从理想气体状态方程。

利用理想气体状态方程可以测定气体物质的分子量。

$$pV = nRT = \frac{m}{M}RT$$

式中 m 、 M 分别为物质的质量和摩尔质量

$$\text{即} \quad p = \frac{m}{VM} RT$$

由 $\rho = \frac{m}{V}$ 代入上式, 得

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

$$\text{即} \quad \frac{\rho}{p} = \frac{M}{RT}$$

由 $M = \frac{\rho}{p} RT$, 在 T 一定时, 以 $\frac{\rho}{p} - p$ 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 。这就是“极限密度法”测定气体分子量的原理。

二、分压定律

理想气体状态方程式不仅适用于单一组分的气体, 也适用于多组分的混合气体或其中某一组分气体。在理想气体混合物中, 若各组分之间不发生化学反应, 也没有任何其他相互作用, 则它们之间互不干扰, 如同各自单独存在一样。混合气体中某组分 i 对器壁产生的压力称为该组分气体的分压力。某组分气体的分压力等于相同温度下该组分气体单独占有与混合气体相同体积时所产生的压力

$$p_i = \frac{n_i RT}{V}$$

混合气体的总压 (p_{Σ}) 等于各组分气体的分压 (p_i) 之和。即

$$p = p_1 + p_2 + \cdots = \sum_i p_i$$

这一关系称为 **Dalton (道尔顿) 分压定律**。

某组分气体的分压等于该组分气体的物质的量分数 (摩尔分数) 与总压的乘积:

$$p_i = \frac{n_i}{n} p_{\Sigma}$$

气体混合物中组分 i 的物质的量分数用 x_i 表示, 即 $x_i = n_i/n$

$$p_i = x_i p_{\Sigma}$$

* 三、分体积定律

理想气体混合物中某组分 i 的分体积 V_i 是该组分气体具有与混合气体相同温度和压力时所占有的体积

$$V_i = \frac{n_i RT}{p_{\text{总}}}$$

混合气体的总体积 $V_{\text{总}}$ 等于各组分气体的分体积 (V_i) 之和。即

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

这一关系称为 **Amagat (阿马格) 分体积定律**。

某组分气体的分体积等于该组分气体的物质的量分数与混合气体的总体积之积。

$$V_i = \frac{n_i}{n} V_{\text{总}} = x_i V_{\text{总}}$$

再由道尔顿分压定律可知

$$\frac{p_i}{p_{\text{总}}} = \frac{V_i}{V_{\text{总}}} = \varphi_i$$

此式说明混合气体中某组分气体 i 的分压与总压之比等于该组分气体的分体积与总体积之比 (即体积分数 φ_i)。 p_i 是组分气体 i 在温度为 T 、占有体积 $V_{\text{总}}$ 时所产生的压力; V_i 是组分气体 i 在温度为 T 时产生压力为 p 时所占有的体积, 切不可混淆。

四、液体的饱和蒸气压及克劳修斯—克拉贝龙方程

液体的蒸气压是指气液两相平衡时蒸气的分压, 它仅是温度的函数, 表达这种关系的一个重要方程, 称之为**克劳修斯—克拉贝龙方程**, 即

$$\lg \frac{p_1}{p_2} = \frac{\Delta H_{\text{蒸发}}}{2.303R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

p_1 为 T_1 温度下的蒸气压; p_2 为 T_2 温度下的蒸气压。

若已知某液体在某两个温度下的蒸气压, 则可利用此公式计算出此两个温度范围内的蒸发热; 若已知某液体的蒸发热和某一温度下的蒸气压, 则可计算出另一温度下的蒸气压; 在已知外界大气压强的前提下, 也可以计算出液体的沸点。

课后习题详解

1. 某物质在 293K 与 $9.97 \times 10^4 \text{ Pa}$ 时占有体积 $1.9 \times 10^{-1} \text{ dm}^3$, 其质量为 0.132g, 试求这种气体的相对分子质量, 它可能是何种气体?

【知识点窍】 本题考察理想气体状态方程。

【逻辑推理】 利用理想气体状态方程可以测定气体物质的分子量。根据理想气体状态方程

$$pV = nRT = \frac{m}{M} RT$$

得 $M = \frac{mRT}{pV}$ 。 m 、 T 、 p 、 V 均已知,代入上式即可求解。

【解题过程】 由理想气体状态方程

$$pV = nRT = \frac{m}{M}RT$$

·又因为气体的压强为 $p = 9.97 \times 10^4 \text{ Pa}$, 温度 $T = 293 \text{ K}$ 时得气体的相对分子质量为

$$M = \frac{mRT}{pV} = \frac{0.132 \text{ g} \times 8.314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 293 \text{ K}}{9.97 \times 10^4 \text{ Pa} \times 0.19 \times 10^{-3} \text{ m}^3} \\ \approx 17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

气体的相对分子质量表明,该气体可能为 NH_3 。

2. 一敞口烧瓶在 280 K 时所盛的气体,需加热到什么温度时,才能使其三分之一逸出瓶外?

【知识点窍】 本题考察理想气体状态方程。

【逻辑推理】 敞口烧瓶加热前后压力和体积不变,该过程为恒压、恒容过程。由理想气体状态方程 $pV = nRT$ 得 $n_1 RT_1 = n_2 RT_2$ 。 n_1 、 T_1 已知,代入方程即可求解。

【解题过程】 因为烧瓶加热前后压力和体积不变,则该过程为恒压、恒容过程。

由理想气体状态方程

$$pV = nRT$$

得

$$n_1 RT_1 = n_2 RT_2$$

$$n_2 = \left(1 - \frac{1}{3}\right)n_1 = \frac{2}{3}n_1$$

所以

$$T_2 = \frac{3}{2}T_1 = \frac{3}{2} \times 280 \text{ K} = 420 \text{ K}$$

3. 某温度下,将 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ 的 N_2 2 dm^3 和 $0.506 \times 10^5 \text{ Pa}$ 的 O_2 3 dm^3 放入 6 dm^3 的真空容器中,求 N_2 和 O_2 的分压及混合气体的总压。

【知识点窍】 本题考察理想气体状态方程和分压定律。

【逻辑推理】 两种气体混合前后温度不变,由 $pV = nRT$ 得 $p_1 V_1 = p_2 V_2$,可分别求出混合后两种气体的分压;而 $p = p_{(\text{N}_2)} + p_{(\text{O}_2)}$,求出总压。

【解题过程】 温度不变, $p_1 V_1 = p_2 V_2$, N_2 和 O_2 在真空容器中的分压分别为:

$$p(\text{N}_2) = \frac{1.013 \times 10^5 \text{ Pa} \times 2 \text{ dm}^3}{6 \text{ dm}^3} = 3.38 \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$p(\text{O}_2) = \frac{0.506 \times 10^5 \text{ Pa} \times 3 \text{ dm}^3}{6 \text{ dm}^3} = 2.53 \times 10^4 \text{ Pa}$$

混合气体的总压 $p = 3.377 \times 10^4 + 2.53 \times 10^4 = 5.91 \times 10^4 \text{ Pa}$

4. 一容器中有 4.4g CO、14g N₂ 和 12.8g O₂, 总压为 $2.026 \times 10^5 \text{ Pa}$, 求各组分的分压。

【知识点窍】 本题考察道尔顿分压定律。

【逻辑推理】 由道尔顿分压定律 $\frac{p_i}{p_{\text{总}}} = \frac{n_i}{n_{\text{总}}}$ 得 $p_i = \frac{n_i}{n_{\text{总}}} p_{\text{总}}$, 先求出 n_i , $p_{\text{总}}$ 已知, 代入即可求解。

【解题过程】 混合气体中各组分气体的物质的量

$$n(\text{CO}_2) = \frac{4.4 \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$$

$$n(\text{N}_2) = \frac{14 \text{ g}}{28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.5 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}_2) = \frac{12.8 \text{ g}}{32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.4 \text{ mol}$$

由道尔顿分压定律

$$\frac{p_i}{p(\text{总})} = \frac{n_i}{n(\text{总})}$$

得

$$p_i = \frac{n_i}{n(\text{总})} p(\text{总})$$

$$\text{所以 } p(\text{CO}_2) = \frac{0.1 \text{ mol}}{0.1 \text{ mol} + 0.5 \text{ mol} + 0.4 \text{ mol}} \times 2.026 \times 10^5 \text{ Pa} = 2.026 \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$p(\text{N}_2) = \frac{0.5 \text{ mol}}{0.1 \text{ mol} + 0.5 \text{ mol} + 0.4 \text{ mol}} \times 2.026 \times 10^5 \text{ Pa} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$p(\text{O}_2) = \frac{0.4 \text{ mol}}{0.1 \text{ mol} + 0.5 \text{ mol} + 0.4 \text{ mol}} \times 2.026 \times 10^5 \text{ Pa} = 8.104 \times 10^4 \text{ Pa}$$

5. 在 300K, $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ 时, 加热一敞口细颈瓶到 500K, 然后封闭其细颈口, 并冷却至原来的温度, 求这时瓶内的压强。

【知识点窍】 本题考察理想气体状态方程。

【逻辑推理】 敞口瓶由 300K 加热到 500K, 体积压强不变, 由 $pV = nRT$ 得 $n_1 RT_1 = n_2 RT_2$, 求出 n_2 , 封闭瓶口后冷却到 300K, 体积不变, n 不变, 则 $\frac{p_1}{T_2} = \frac{p}{T_1}$, 由此可求出瓶内的压强。

【解题过程】 在敞口中加热, $p_1 V = n_1 RT_1 = n_2 RT_2$

$$n_2 = \frac{p_1 V}{RT_2}$$

设 n_2 冷却至原来温度时压力为 p , 则

$$pV = n_2 RT_1 = \frac{p_1 V}{RT_2} RT_1$$

所以
$$p = \frac{p_1 T_1}{T_2} = \frac{1.013 \times 10^5 \text{ Pa} \times 300 \text{ K}}{500 \text{ K}} = 6.078 \times 10^4 \text{ Pa}$$

6. 在 273K 和 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ 下, 将 1.0 dm^3 洁净干燥的空气缓慢通过 $\text{CH}_3\text{—O—CH}_3$ 液体, 在此过程中, 液体损失 0.0335 g , 求这种液体 273K 时的饱和蒸气压。

【知识点窍】 本题考察道尔顿分压定律。

【逻辑推理】 据 $pV = nRT$ 求出被带走的二甲醚蒸气的物质的量, 再根据道尔顿分压定律 $p_i = \frac{n_i}{n_{\text{总}}} p_{\text{总}}$ 求得液体 273K 时的饱和蒸气压。

【解题过程】 通入空气的物质的量为

$$n(\text{空}) = \frac{pV}{RT} = \frac{1.013 \times 10^5 \text{ Pa} \times 1.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{8.314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 273 \text{ K}} = 0.0446 \text{ mol}$$

被空气带走的二甲醚蒸气的物质的量为

$$n(\text{甲}) = \frac{0.0335 \text{ g}}{46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 7.28 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

依题意, 混合气体的总压等于外压 ($1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$), 二甲醚蒸气的分压为

$$p(\text{甲}) = \frac{n(\text{甲})}{n(\text{甲}) + n(\text{空})} \cdot p(\text{总}) = \frac{7.28 \times 10^{-4}}{7.28 \times 10^{-4} + 4.46 \times 10^{-2}} \times 1.013 \times 10^5 \text{ Pa} \\ = 1.63 \times 10^3 \text{ Pa}$$

7. 有一混合气体, 总压为 150 Pa , 其中 N_2 和 H_2 的体积分数分别为 0.25 和 0.75, 求 H_2 和 N_2 的分压。

【知识点窍】 本题考察分体积定律。

【逻辑推理】 由分体积定律 $\frac{p_i}{p_{\text{总}}} = \frac{V_i}{V_{\text{总}}}$ 得 $p_i = \frac{V_i}{V_{\text{总}}} p_{\text{总}}$, 代入数据即可求解。

【解题过程】 由 $\frac{p_i}{p_{\text{总}}} = \frac{V_i}{V_{\text{总}}}$ 得

$$p_i = \frac{V_i}{V_{\text{总}}} p_{\text{总}}$$

由此可求得 H_2 和 N_2 的分压为

$$p_{\text{N}_2} = 150 \text{ Pa} \times 0.25 = 37.5 \text{ Pa}$$

$$p_{\text{O}_2} = 150 \text{ Pa} \times 0.75 = 112.5 \text{ Pa}$$

8. 在 291K 和总压为 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ 时, 2.70 dm^3 含饱和水蒸气的空气, 通过 CaCl_2 干燥管, 完全吸收水后, 干燥空气为 3.21 g , 求 291K 时的饱和蒸气压。

【知识点窍】 本题考察道尔顿分压定律。

【逻辑推理】 根据道尔顿分压定律 $p_i = \frac{n_i}{n_{\text{总}}} p_{\text{总}}$ 求解; $n_{\text{水}}, n_{\text{总}}$ 均可求, $p_{\text{总}}$ 已知代入上式即可求解。

【解题过程】 含饱和水蒸气的空气物质的量为

$$n(\text{总}) = \frac{pV}{RT} = \frac{1.013 \times 10^5 \text{ Pa} \times 2.70 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{8.314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 291 \text{ K}} = 0.113 \text{ mol}$$

水蒸气的物质的量为

$$n(\text{水}) = 0.113 \text{ mol} - \frac{3.21 \text{ g}}{29 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2.31 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

由道尔顿分压定律可得

$$p(\text{水}) = \frac{n(\text{水})}{n(\text{总})} \cdot p(\text{总}) = \frac{2.31 \times 10^{-3} \text{ mol}}{0.113 \text{ mol}} \times 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

9. 有一瓶高压气瓶, 容积为 30 dm^3 , 能承受 $2.6 \times 10^7 \text{ Pa}$ 的压强, 问在 293 K 时可装入多少千克 O_2 而不致发生危险?

【知识点窍】 本题考察理想气体状态方程。

【逻辑推理】 根据理想气体状态方程 $pV = nRT = \frac{m}{M}RT$ 得 $m = \frac{pVM}{RT}$, 代入数据即可求解。

【解题过程】 由 $pV = nRT = \frac{m}{M}RT$ 得 $m = \frac{pVM}{RT}$

293 K 最多可装入的 O_2 为

$$m = \frac{2.6 \times 10^7 \text{ Pa} \times 30 \times 10^{-3} \times 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{8.314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \times 293 \text{ K}} = 1.025 \times 10^4 \text{ g} = 10.25 \text{ kg}$$

10. 在 273 K 时, 将同一初压的 $4.0 \text{ dm}^3 \text{ N}_2$ 和 $1.0 \text{ dm}^3 \text{ O}_2$ 压缩到一个容积为 2 dm^3 的真空容器中, 混合气体的总压为 $3.26 \times 10^5 \text{ Pa}$, 试求:

- (1) 两种气体的初压;
- (2) 混合气体中各组分气体的分压;
- (3) 各气体的物质的量。

【知识点窍】 本题考察道尔顿分压定律和理想气体状态方程。

【逻辑推理】 根据理想气体状态方程 $pV = nRT$, 该过程 T, n 不变, 则有 $p_1 V_1 = p_2 V_2$ 求得两气体的初压; 根据道尔顿分压定律 $p_i = \frac{n_i}{n_{\text{总}}} p_{\text{总}}$ 求出各气体分压 p_i ; 最后根据 $pV = nRT$ 求出各气体的物质的量。

【解题过程】 (1) 若两种气体的初压为 p , 该过程 T, n 不变, 由 $pV = nRT$ 得 $p_1 V_1 = p_2 V_2$

$$p = \frac{2.0 \text{ dm}^3 \times 3.26 \times 10^5 \text{ Pa}}{4 \text{ dm}^3 + 1 \text{ dm}^3} = 1.30 \times 10^5 \text{ Pa}$$

(2) 混合气体中各组分气体的分压为

$$p(\text{N}_2) = \frac{4}{5} \times 3.26 \times 10^5 \text{ Pa} = 2.61 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$p(\text{O}_2) = \frac{1}{5} \times 3.26 \times 10^5 \text{ Pa} = 6.52 \times 10^4 \text{ Pa}$$

(3) 根据理想气体状态方程

$$pV = nRT$$

混合气体中 N_2 的物质的量为

$$n(\text{N}_2) = \frac{2.61 \times 10^5 \text{ Pa} \times 2.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{8.314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 273 \text{ K}} = 0.23 \text{ mol}$$

混合气体中 O_2 的物质的量为

$$n(\text{O}_2) = \frac{6.52 \times 10^4 \text{ Pa} \times 2.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{8.314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 273 \text{ K}} = 0.057 \text{ mol}$$

11. 在 273K 时测得一氯甲烷蒸气在不同压强下的密度如表 2-1:

表 2-1 一氯甲烷蒸气压强与密度表

$p/10^5 \text{ Pa}$	1.013	0.675	0.507	0.338	0.253
$\rho/\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$	2.3074	1.5263	1.1401	0.75713	0.56660

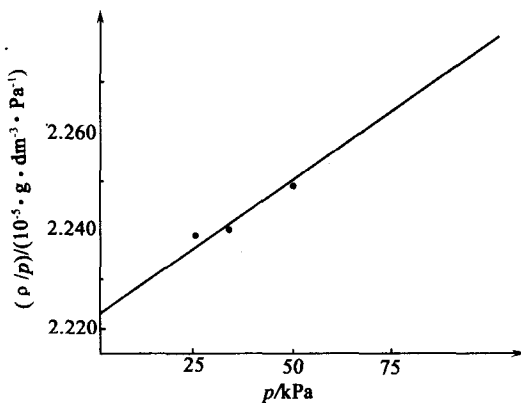


图 2-1 ρ/p 与 p 关系图

用作图外推法(p 对 ρ/p 作图)得到的数据求一氯甲烷的相对分子量。

【知识点窍】 本题考察极限密度法。

【逻辑推理】 由 $M = \frac{\rho}{p}RT$, 在 T 一定时, 以 $\frac{\rho}{p} - p$ 作图, 外推 $p=0$ 时, 读 ρ/p 值。

因为 $p \rightarrow 0$ 时, 实际气体接近理想气体, 将图上所得 $(\rho/p)_{p \rightarrow 0}$ 值代入上式即可求得 M 。

【解题过程】 将压强 p 和 ρ/p 数据列于表 2-2:

表 2-2

p/kPa	101.3	67.5	50.7	33.8	25.3
$(\rho/p)/(10^{-5} \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \text{Pa}^{-1})$	2.278	2.261	2.249	2.240	2.239

$$\text{由} \quad pV = nRT = \frac{m}{M}RT = \frac{\rho V}{M}RT$$

$$\text{得} \quad M = (\rho/p)RT$$

根据表中数据作 $\rho/p \sim p$ 图, 如图 2-1 所示。并外延至 $p \rightarrow 0$ 时, $\rho/p = 2.223 \times 10^{-5} \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \text{Pa}^{-1}$

则得一氯甲烷的摩尔质量为

$$\begin{aligned} M &= \frac{\rho}{p}RT \\ &= 2.223 \times 10^{-5} \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \text{Pa}^{-1} \times 8.314 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 273 \text{ K} \\ &= 50.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \end{aligned}$$

12. (1) 用理想气体状态方程式证明阿佛加德罗定律

$$(2) \text{用 } x_i \text{ 表示摩尔分数, 证明 } x_i = \frac{V_i}{V_{\text{total}}}$$

$$(3) \text{证明: } \sqrt{u_2} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \text{ (原题把“R”写成了“k”)}$$

【知识点窍】 理想气体状态方程, 阿佛加德罗定律。

【证明】 (1) 阿佛加德罗定律: 同温同压下, 相同体积的任何气体, 都有相同的分子数目。

$$\text{由理想气体状态方程 } pV = nRT \quad n = \frac{pV}{RT}$$

在同温同压下, p 、 T 为常数, n 与体积成正比,

$$\text{即} \quad \frac{n_1}{V_1} = \frac{n_2}{V_2}$$

$$V_1 = V_2 \text{ 时, } n_1 = n_2$$

$$(2) \text{在混合混合中, } V_i = \frac{n_i RT}{p} \quad V_{\text{总}} = \frac{n_{\text{总}} RT}{p}$$

$$\text{所以} \quad \frac{V_i}{V_{\text{总}}} = \frac{n_i}{n_{\text{总}}} = x_i$$