



高等学校理工类课程学习辅导丛书

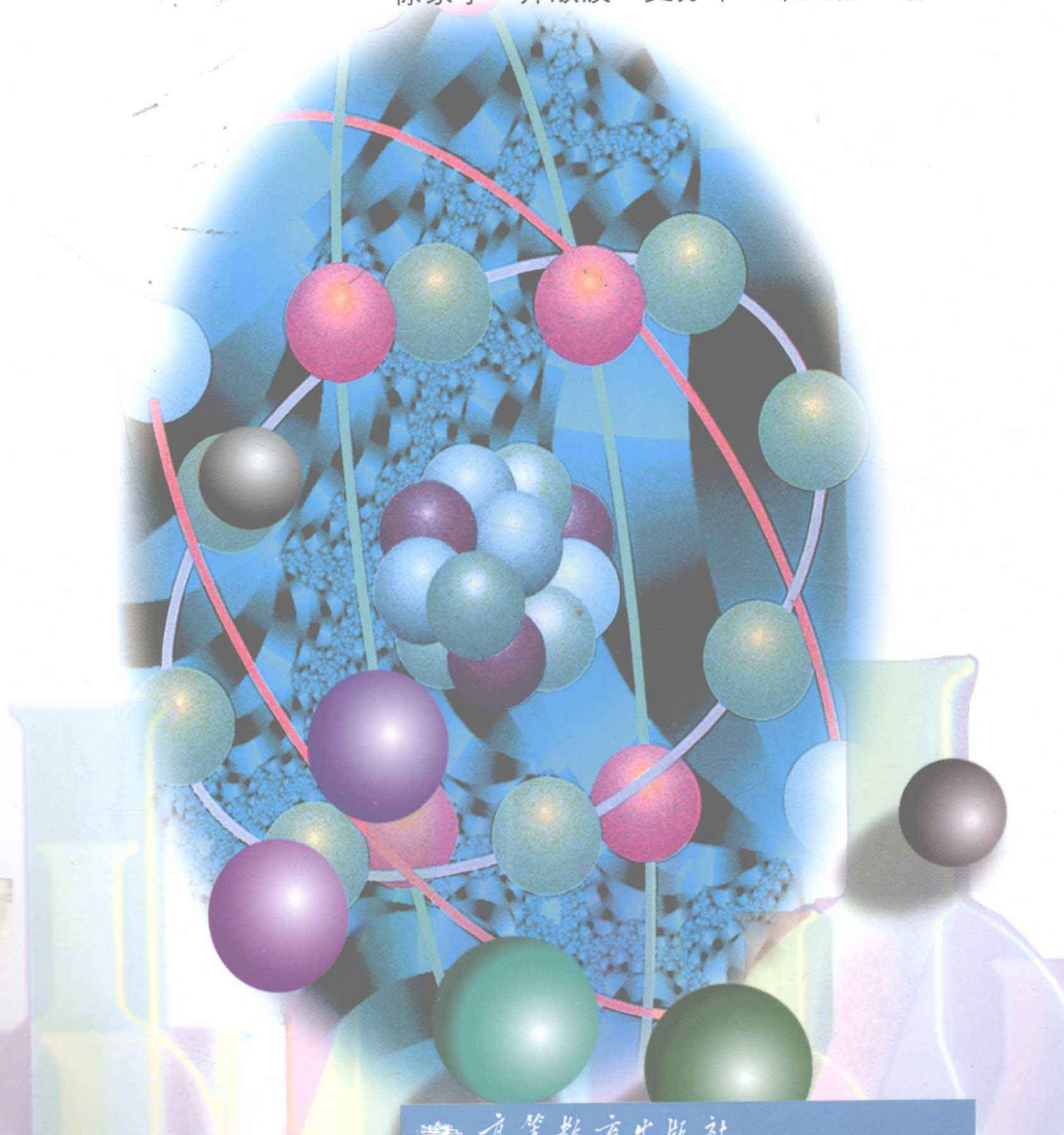
无机化学 例题与习题

(第3版)

吉林大学

徐家宁 井淑波 史苏华 宋天佑 编

WUJI HUAXUE LITI YU XITI



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS



高等学校理工类课程学习辅导丛书

无机化学 例题与习题

Wuji Huaxue Liti yu Xiti

(第 3 版)

吉林大学

徐家宁 井淑波 史苏华 宋天佑 编



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书为宋天佑等编写的普通高等教育“十一五”国家级规划教材《无机化学》(第二版)的配套学习辅导书,共21章(不设第1章),2~11章为基础理论部分,12~22章为元素部分。各章包括三部分内容:第一部分为典型的例题;第二部分为习题,题型包括选择题、填空题、简答题和计算题;第三部分为习题参考答案,对简答题和计算题都给出了较详尽的解答。本书内容丰富,涉及知识面广,难度较大的题占有一定比例。

本书可作为综合性大学、师范院校及其他理工类院校学生学习无机化学和普通化学课程的配套学习辅导书,还可作为报考研究生的复习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

无机化学例题与习题 / 徐家宁等编. -- 3版. -- 北京:高等教育出版社,2011.11

ISBN 978-7-04-033478-4

I. ①无… II. ①徐… III. ①无机化学—高等学校—习题集 IV. ①061-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第211066号

策划编辑 鲍浩波
责任校对 殷 然

责任编辑 鲍浩波
责任印制 韩 刚

封面设计 于文燕

版式设计 王艳红

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印 刷 北京市四季青双青印刷厂
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 21.75
字 数 540千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2000年7月第1版
2011年11月第3版
印 次 2011年11月第1次印刷
定 价 31.80元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 33478-00

第三版前言

《无机化学例题与习题》(第二版)作为普通高等教育“十五”国家级规划教材《无机化学》的配套学习辅导书,自2007年出版以来,受到广大读者的欢迎。2009年,主教材修订,《无机化学》(第二版)推出。为与主教材保持同步,使兄弟院校师生更好、更方便地使用这套教材,我们决定修订本书。

本次修订的原则,一是保持第一版和第二版的特色:题型全,解答详细,难度较大的综合题占有一定比例;二是与《无机化学》(第二版)的内容相呼应,所选例题主要以该教材各章的习题为素材,本书各章的序号与该教材一致,不设第1章;三是适当压缩篇幅,以求精练。

本书共21章,2~11章为基础理论部分,12~22章为元素部分。

参加本次修订工作的有宋天佑(各章的例题)、史苏华(2~11章习题)、井淑波(12~22章习题)和徐家宁(各章习题参考答案),最后由徐家宁统一修改、定稿。本书在修订过程中得到了无机化学教学组教师张丽荣、于杰辉、范勇、王莉等的大力支持,研究生刘杰、郑薇、宋伟等参与了部分工作,在此一并表示感谢。

由于编者水平所限,错误之处在所难免,诚请广大读者批评指正,使本书在下次修订时进一步完善。

徐家宁

2011年5月

于吉林大学化学学院

目 录

第 2 章	化学基础知识	1
第 3 章	化学热力学基础	13
第 4 章	化学反应速率	27
第 5 章	化学平衡	39
第 6 章	原子结构与元素周期律	52
第 7 章	化学键理论概述	62
第 8 章	酸碱解离平衡	74
第 9 章	沉淀溶解平衡	88
第 10 章	氧化还原反应	99
第 11 章	配位化学基础	115
第 12 章	碱金属和碱土金属	130
第 13 章	硼族元素	137
第 14 章	碳族元素	143
第 15 章	氮族元素	151
第 16 章	氧族元素	164
第 17 章	卤素	174
第 18 章	氢和稀有气体	185
第 19 章	铜副族元素和锌副族元素	190
第 20 章	钛副族元素和钒副族元素	199
第 21 章	铬副族元素和锰副族元素	205
第 22 章	铁系元素和铂系元素	215
习题参考答案		225
主要参考书目		342

第 2 章

化学基础知识

第一部分 例题

例 2.1 已知 1 dm^3 某气体在标准状况下质量为 2.86 g , 试计算该气体的平均相对分子质量, 并计算其在 17°C 和 207 kPa 时的密度。

解: 先计算气体的物质的量 n 。

由理想气体状态方程

$$pV = nRT$$

得

$$n = \frac{pV}{RT}$$

依题意 $V = 1 \text{ dm}^3 = 1 \times 10^{-3} \text{ m}^3$, $p = 101.3 \text{ kPa}$, $T = 273 \text{ K}$, 代入求出 n 。

$$\begin{aligned} n &= \frac{101.3 \text{ kPa} \times 1 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 273 \text{ K}} \\ &= 0.04463 \text{ mol} \end{aligned}$$

由题设知 0.04463 mol 气体的质量为 2.86 g , 故该气体的摩尔质量为

$$M = \frac{2.86 \text{ g}}{0.04463 \text{ mol}} = 64.1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

即平均相对分子质量为 64.1 。

设 17°C 和 207 kPa 时气体的体积为 V , 由理想气体的状态方程知

$$V = \frac{nRT}{p}$$

代入题设条件

$$\begin{aligned} V &= \frac{0.04463 \text{ mol} \times 8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times (273 + 17) \text{ K}}{207000 \text{ Pa}} \\ &= 5.198 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \end{aligned}$$

即气体的体积为 0.5198 dm^3 。

设气体的密度为 ρ , 则

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{m}{V} = \frac{2.86 \text{ g}}{0.5198 \text{ dm}^3} \\ &= 5.50 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}\end{aligned}$$

例 2.2 在 300 K, 3.00×10^6 Pa 时,某气筒内封有 10 mol 氧气,试求该气筒的容积。将此气筒加热到 373 K,然后开启阀门放出氧气,在保持温度不变的情况下压强降低到 1.00×10^5 Pa,试求放出氧气的质量。

解:理想气体状态方程为

$$pV = nRT$$

将题设的 $T_1 = 300$ K, $p_1 = 3.00 \times 10^6$ Pa, $n_1 = 10$ mol 及 R 值代入其中,即可求出气筒的体积 V 。

$$\begin{aligned}V &= \frac{n_1 RT_1}{p_1} \\ &= \frac{10 \text{ mol} \times 8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 300 \text{ K}}{3.00 \times 10^6 \text{ Pa}} \\ &= 8.31 \times 10^{-3} \text{ m}^3\end{aligned}$$

将题设的 $T_2 = 373$ K, $p_2 = 1.00 \times 10^5$ Pa,求得的 $V = 8.31 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ 以及 R 值代入理想气体状态方程,即可求得气筒中剩余的氧气的物质的量 n_2 。

$$\begin{aligned}n_2 &= \frac{p_2 V}{RT_2} \\ &= \frac{1.00 \times 10^5 \text{ Pa} \times 8.31 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 373 \text{ K}} \\ &= 0.268 \text{ mol}\end{aligned}$$

放出的氧气的物质的量

$$\begin{aligned}n &= n_1 - n_2 \\ &= 10 \text{ mol} - 0.268 \text{ mol} \\ &= 9.732 \text{ mol}\end{aligned}$$

放出的氧气的质量

$$\begin{aligned}m &= nM \\ &= 9.732 \text{ mol} \times 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \\ &= 311 \text{ g}\end{aligned}$$

例 2.3 410 K 时某容器内装有 0.30 mol N_2 , 0.10 mol O_2 和 0.10 mol He,当混合气体的总压为 100 kPa 时 He 的分压是多少? N_2 的分体积是多少?

解:先求出组分气体 He 的摩尔分数。

$$n = \sum_i n_i = 0.30 \text{ mol} + 0.10 \text{ mol} + 0.10 \text{ mol}$$

$$=0.50 \text{ mol}$$

$$x(\text{He}) = \frac{n(\text{He})}{n} = \frac{0.10 \text{ mol}}{0.50 \text{ mol}}$$

$$= \frac{1}{5}$$

$$p_i = p_{\text{总}} x_i$$

$$= 100 \text{ kPa} \times \frac{1}{5}$$

$$= 20 \text{ kPa}$$

即 He 的分压为 $p(\text{He}) = 20 \text{ kPa}$ 。

由公式 $p_{\text{总}} V_i = n_i RT$ 得

$$V_i = \frac{n_i RT}{p_{\text{总}}}$$

将题设条件 $n(\text{N}_2) = 0.30 \text{ mol}$, $T = 410 \text{ K}$ 和 $p_{\text{总}} = 100 \text{ kPa}$ 代入公式即可求出

$$V(\text{N}_2) = \frac{0.30 \text{ mol} \times 8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 410 \text{ K}}{100\,000 \text{ Pa}} \\ = 10 \text{ dm}^3$$

即 N_2 的分体积为 10 dm^3 。

例 2.4 在一定温度下, 将 0.66 kPa 的氮气 3.0 dm^3 和 1.00 kPa 的氢气 1.0 dm^3 混合在 2.0 dm^3 密闭容器中。假定混合前后温度不变, 求混合气体的总压。

解: 先求混合气体中氮气组分的分压。

依题意, 某温度下 $p_1 = 0.66 \text{ kPa}$, $V_1 = 3.0 \text{ dm}^3$, 可以求出在该温度下氮气占有混合气体总体积 $V_2 = 2.0 \text{ dm}^3$ 时所具有的压强 p_2 。

根据 Boyle 定律, n, T 一定时

$$V \propto \frac{1}{p}$$

即

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

故

$$p_2 = \frac{p_1 V_1}{V_2} = \frac{0.66 \text{ kPa} \times 3.0 \text{ dm}^3}{2.0 \text{ dm}^3} \\ = 0.99 \text{ kPa}$$

按分压的定义, 这就是混合气体中氮气的分压 $p(\text{N}_2)$, 同理可以求出混合气体中氢气的分压, $p(\text{H}_2) = 0.50 \text{ kPa}$ 。由分压定律公式 $p_{\text{总}} = \sum p_i$, 故

$$p_{\text{总}} = p(\text{N}_2) + p(\text{H}_2) \\ = 0.99 \text{ kPa} + 0.50 \text{ kPa} \\ = 1.49 \text{ kPa}$$

例 2.5 某温度下一一定量的 $\text{PCl}_5(\text{g})$ 发生如下反应



当 30% $\text{PCl}_5(\text{g})$ 解离时达到平衡, 总压为 $1.6 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。求各组分的平衡分压。

解: 设起始时有 1.0 mol $\text{PCl}_5(\text{g})$ 。



依题意达到平衡时

$$n(\text{PCl}_5, \text{g}) = 1.0 \text{ mol} \times (1 - 30\%)$$

$$= 0.7 \text{ mol}$$

$$n(\text{PCl}_3, \text{g}) = 0.3 \text{ mol}$$

$$n(\text{Cl}_2, \text{g}) = 0.3 \text{ mol}$$

故平衡时体系中

$$\begin{aligned} n_{\text{总}} &= \sum_i n_i \\ &= 0.7 \text{ mol} + 0.3 \text{ mol} + 0.3 \text{ mol} \\ &= 1.3 \text{ mol} \end{aligned}$$

PCl_5 的摩尔分数

$$\begin{aligned} x(\text{PCl}_5, \text{g}) &= \frac{n(\text{PCl}_5, \text{g})}{n_{\text{总}}} \\ &= \frac{0.7 \text{ mol}}{1.3 \text{ mol}} \\ &= 0.54 \end{aligned}$$

同理 $x(\text{PCl}_3, \text{g}) = x(\text{Cl}_2, \text{g}) = 0.23$ 。

由 $p_i = p_{\text{总}} x_i$ 得 PCl_5 的平衡分压

$$\begin{aligned} p(\text{PCl}_5, \text{g}) &= 1.6 \times 10^5 \text{ Pa} \times 0.54 \\ &= 8.6 \times 10^4 \text{ Pa} \end{aligned}$$

同理 $p(\text{PCl}_3, \text{g}) = p(\text{Cl}_2, \text{g}) = 3.7 \times 10^4 \text{ Pa}$ 。

例 2.6 在 100 kPa 和 298 K 时, 有含饱和水蒸气的空气 3.47 dm^3 , 如将其中的水除去, 则干燥空气的体积为 3.36 dm^3 。求在此温度下水的饱和蒸气压。

解: 含饱和水蒸气的空气是一种混合气体, 它遵循分压定律。

由公式 $p_i V_{\text{总}} = n_i RT$ 和 $p_{\text{总}} V_i = n_i RT$ 联立得

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

故

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

将混合气体的总压 $p_{\text{总}} = 100 \text{ kPa}$, 干燥空气的分体积 $V_i = 3.36 \text{ dm}^3$ 和混合气体的总体积 $V_{\text{总}} = 3.47 \text{ dm}^3$ 代入, 可求出干燥空气的分压 p_i 。

$$p_i = 100 \text{ kPa} \times \frac{3.36 \text{ dm}^3}{3.47 \text{ dm}^3}$$

$$=96.83 \text{ kPa}$$

由公式 $p_{\text{总}} = \sum_i p_i$, 所以水汽的饱和蒸气压即水的分压为

$$\begin{aligned} p(\text{H}_2\text{O}) &= p_{\text{总}} - p_i \\ &= 100 \text{ kPa} - 96.83 \text{ kPa} \\ &= 3.17 \text{ kPa} \end{aligned}$$

例 2.7 313 K 时将 1000 cm^3 饱和苯蒸气和空气的混合气体从压强为 $9.97 \times 10^4 \text{ Pa}$ 压缩到 $5.05 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。问在此过程中有多少克苯凝结成液体? 已知 313 K 苯的饱和蒸气压为 $2.41 \times 10^4 \text{ Pa}$ 。

解: 在压缩前后混合气体中苯的分压均等于苯的饱和蒸气压。则压缩前空气的分压为

$$p_1 = 9.97 \times 10^4 \text{ Pa} - 2.41 \times 10^4 \text{ Pa} = 7.56 \times 10^4 \text{ Pa}$$

压缩后空气的分压为

$$p_2 = 5.05 \times 10^5 \text{ Pa} - 2.41 \times 10^4 \text{ Pa} = 4.81 \times 10^5 \text{ Pa}$$

压缩前后空气的物质的量、温度均未发生变化, 由 $p_1 V_1 = p_2 V_2$ 得压缩后混合气体的体积为

$$V_2 = \frac{p_1 V_1}{p_2} = \frac{7.56 \times 10^4 \text{ Pa} \times 1000 \text{ cm}^3}{4.81 \times 10^5 \text{ Pa}} = 157.2 \text{ cm}^3$$

凝结成液体的苯的物质的量等于压缩前后苯蒸气的物质的量之差

$$\begin{aligned} n_{\text{凝}} &= n_1 - n_2 = \frac{pV_1}{RT} - \frac{pV_2}{RT} = \frac{p}{RT} (V_1 - V_2) \\ &= \frac{2.41 \times 10^4 \text{ Pa}}{8.314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 313 \text{ K}} \times (1000 - 157.2) \times 10^{-6} \text{ m}^3 \\ &= 7.8 \times 10^{-3} \text{ mol} \end{aligned}$$

凝结成液体的苯的质量为

$$7.8 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 78 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.608 \text{ g}$$

例 2.8 313 K 时 CHCl_3 的饱和蒸气压为 49.3 kPa, 于此温度和 98.6 kPa 的压强下, 将 4.00 dm^3 空气缓缓通过 CHCl_3 , 致使每个气泡都为 CHCl_3 饱和。求

- (1) 通过 CHCl_3 后, 空气和 CHCl_3 混合气体的体积;
- (2) 被空气带走的 CHCl_3 的质量。

解: (1) 将题设的过程理解为一个 $p_1 = 98.6 \text{ kPa}$, $V_1 = 4.00 \text{ dm}^3$ 的空气气泡缓缓通过 CHCl_3 液体, 气泡在被 CHCl_3 饱和的过程中体系的总压没变, 气泡的体积增大。通过 CHCl_3 后的气泡是个混合气体体系, $V_{\text{总}}$ 是其体积, $p_{\text{总}} = 98.6 \text{ kPa}$ 。 CHCl_3 的饱和蒸气压 49.3 kPa 是混合气体中该组分的分压 p_2 , 设另一组分空气的分压为 $p_{\text{空}}$, 则

$$\begin{aligned} p_{\text{空}} &= p_{\text{总}} - p_2 \\ &= 98.6 \text{ kPa} - 49.3 \text{ kPa} \\ &= 49.3 \text{ kPa} \end{aligned}$$

对组分气体空气, 使用 Boyle 定律, 因为 T, n 不变, $p_{\text{空}} V_{\text{总}} = p_1 V_1$, 故

$$V_{\text{总}} = \frac{p_1 V_1}{p_{\text{总}}}$$

$$V_{\text{总}} = \frac{98.6 \text{ kPa} \times 4.0 \text{ dm}^3}{49.3 \text{ kPa}}$$

$$= 8.0 \text{ dm}^3$$

(2) 对组分气体 CHCl_3 使用理想气体状态方程 $p_2 V_{\text{总}} = nRT$, 故混合气体中 CHCl_3 的物质的量为

$$n = \frac{p_2 V_{\text{总}}}{RT} = \frac{49.3 \text{ kPa} \times 8.0 \text{ dm}^3}{8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 313 \text{ K}}$$

$$= 0.152 \text{ mol}$$

因为 CHCl_3 的摩尔质量 $M = 119.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 故带走的 CHCl_3 的质量为

$$m = Mn = 119.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.152 \text{ mol}$$

$$= 18.16 \text{ g}$$

例 2.9 某氨水的密度为 $0.910 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 其中氨的浓度为 $12.85 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 。求氨的摩尔分数。

解: 设有 1000 cm^3 氨水, 其质量

$$m = V\rho$$

将题设数据代入式中

$$m = 1000 \text{ cm}^3 \times 0.910 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

$$= 910 \text{ g}$$

依题意其中 NH_3 的物质的量

$$n(\text{NH}_3) = 12.85 \text{ mol}$$

这些溶质 NH_3 的质量为 $m(\text{NH}_3)$, 则

$$m(\text{NH}_3) = n(\text{NH}_3) \times M(\text{NH}_3)$$

$$= 12.85 \text{ mol} \times 17.0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$= 218.5 \text{ g}$$

溶剂水的质量为 $m(\text{H}_2\text{O})$, 则

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m - m(\text{NH}_3)$$

$$= 910 \text{ g} - 218.5 \text{ g}$$

$$= 691.5 \text{ g}$$

溶剂水的物质的量为 $n(\text{H}_2\text{O})$, 则

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})}$$

$$= \frac{691.5 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

$$\begin{aligned}
 &= 38.42 \text{ mol} \\
 x(\text{NH}_3) &= \frac{x(\text{NH}_3)}{x(\text{NH}_3) + x(\text{H}_2\text{O})} \\
 &= \frac{12.85 \text{ mol}}{12.85 \text{ mol} + 38.42 \text{ mol}} \\
 &= 0.251
 \end{aligned}$$

例 2.10 已知 60 °C 时水的饱和蒸气压为 19.9 kPa, 在此温度下将 180 g 葡萄糖溶到 180 g 水中。求此水溶液的蒸气压。

解: 溶剂的物质的量

$$n_{\text{剂}} = \frac{180 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 10 \text{ mol}$$

溶质的物质的量

$$n_{\text{质}} = \frac{180 \text{ g}}{180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1 \text{ mol}$$

故

$$\begin{aligned}
 x_{\text{剂}} &= \frac{n_{\text{剂}}}{n_{\text{剂}} + n_{\text{质}}} = \frac{10 \text{ mol}}{10 \text{ mol} + 1 \text{ mol}} \\
 &= 0.909
 \end{aligned}$$

根据 Raoult 定律

$$p = p^* x_{\text{剂}}$$

故此水溶液的蒸气压为

$$\begin{aligned}
 p &= 19.9 \text{ kPa} \times 0.909 \\
 &= 18.1 \text{ kPa}
 \end{aligned}$$

例 2.11 300 K 时, 4.0 g·dm⁻³ 的聚氯乙烯溶液, 其渗透压为 65 Pa。计算聚氯乙烯的平均相对分子质量。

解: 由渗透压公式 $\Pi = cRT$ 得

$$c = \frac{\Pi}{RT}$$

将题设条件 $\Pi = 65 \text{ Pa}$ 和 $T = 300 \text{ K}$ 代入, 得

$$\begin{aligned}
 c &= \frac{65 \text{ Pa}}{8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 300 \text{ K}} \\
 &= 2.61 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3} \\
 &= 2.61 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}
 \end{aligned}$$

依题设每升溶液中的 $2.61 \times 10^{-5} \text{ mol}$ 聚氯乙烯的质量为 4.0 g, 设聚氯乙烯的摩尔质量为 M , 则

$$M = \frac{4.0 \text{ g}}{2.61 \times 10^{-5} \text{ mol}}$$

$$=1.5 \times 10^5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

故聚氯乙烯的平均相对分子质量为 1.5×10^5 。

例 2.12 测得人体血液的凝固点降低值为 0.56 K ，求人体温度为 $37 \text{ }^\circ\text{C}$ 时血液的渗透压。已知 $k_f = 1.86 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

解：先求出血液的质量摩尔浓度 b ，由公式 $\Delta T_f = k_f b$ 得

$$b = \frac{\Delta T_f}{k_f}$$

由题设知 $\Delta T_f = 0.56 \text{ K}$ ，又已知 $k_f = 1.86 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，故

$$b = \frac{0.56 \text{ K}}{1.86 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.3011 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$$

对于稀溶液，质量摩尔浓度 b 在数值上等于物质的量浓度 c ，故知血液的物质的量浓度 $c = 0.3011 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ，相当于 $3.011 \times 10^2 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

题设温度为 $37 \text{ }^\circ\text{C}$ ，相当于 $(273+37)\text{K}$ ，即温度 $T = 310 \text{ K}$ 。

再由公式 $\Pi = cRT$ ，求出渗透压 Π 。

$$\begin{aligned} \Pi &= 3.011 \times 10^2 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3} \times 8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 310 \text{ K} \\ &= 776 \text{ kPa} \end{aligned}$$

第二部分 习题

一、选择题

- 2.1 在一次渗流实验中，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 5 s ；在相同条件下相同物质的量的氧气渗流需要 20 s 。则未知气体的相对分子质量应是
(A) 2； (B) 4； (C) 8； (D) 16。
- 2.2 实验测得 H_2 的扩散速率是一未知气体扩散速率的 2.9 倍。则该未知气体的相对分子质量约为
(A) 51； (B) 34； (C) 17； (D) 28。
- 2.3 常压下将 1 dm^3 气体的温度从 $0 \text{ }^\circ\text{C}$ 升到 $273 \text{ }^\circ\text{C}$ ，其体积将变为
(A) 0.5 dm^3 ； (B) 1 dm^3 ； (C) 1.5 dm^3 ； (D) 2 dm^3 。
- 2.4 在 $25 \text{ }^\circ\text{C}$ ， 101.3 kPa 时，下面几种气体的混合气体中分压最大的是
(A) 0.1 g H_2 ； (B) 1.0 g He ； (C) 5.0 g N_2 ； (D) 10 g CO_2 。
- 2.5 合成氨的原料气中氢气和氮气的体积比为 $3:1$ ，若原料气中含有其他杂质气体的体积分数为 4% ，原料气总压为 15198.75 kPa ，则氮气的分压是
(A) 3799.688 kPa ； (B) 10943.1 kPa ； (C) 3647.7 kPa ； (D) 11399.06 kPa 。
- 2.6 将一定量 KClO_3 加热后，其质量减少 0.48 g 。生成的氧气用排水取气法收集。若温度为

- 21 °C, 压力为 99 591.8 Pa, 水的饱和蒸气压为 2 479.8 Pa, 氧气的相对分子质量为 32.0, 则收集的气体体积为
- (A) 188.5 cm³; (B) 754 cm³; (C) 565.5 cm³; (D) 377.6 cm³。
- 2.7 由 NH₄NO₂ 分解得氮气和 水。在 23 °C, 95 549.5 Pa 条件下, 用排水取气法收集到 57.5 cm³ 氮气。已知水的饱和蒸气压为 2 813.1 Pa, 则干燥后氮气的体积为
- (A) 55.8 cm³; (B) 27.9 cm³; (C) 46.5 cm³; (D) 18.6 cm³。
- 2.8 1 000 g 水中溶解 0.1 mol 食盐的水溶液与 1 000 g 水中溶解 0.1 mol 葡萄糖的水溶液, 在 1.013×10⁵ Pa, 下列有关沸点的陈述中正确的是
- (A) 都高于 100 °C, 但食盐水比葡萄糖水要低;
(B) 都高于 100 °C, 但葡萄糖水比食盐水要低;
(C) 食盐水低于 100 °C, 葡萄糖水高于 100 °C;
(D) 食盐水高于 100 °C, 葡萄糖水低于 100 °C。
- 2.9 若溶液的浓度都为 0.1 mol·dm⁻³, 则下列水溶液的沸点由高到低排列, 顺序正确的是
- (A) Na₂SO₄, NaCl, HAc; (B) Al₂(SO₄)₃, NaCl, Na₂SO₄;
(C) NaAc, K₂CrO₄, NaCl; (D) NaCl, K₂Cr₂O₇, CaCl₂。
- 2.10 如果某水合盐的蒸气压低于相同温度下水的蒸气压, 则这种盐可能会发生的现象是
- (A) 起泡; (B) 风化; (C) 潮解; (D) 不受大气组成影响。
- 2.11 在 100 g 水中含 4.5 g 某非电解质的溶液于 -0.465 °C 时结冰, 则该非电解质的相对分子质量约为 (已知水的 $K_f = 1.86 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$)
- (A) 90; (B) 135; (C) 172; (D) 180。
- 2.12 在相同温度下, 和 1% 尿素 [CO(NH₂)₂] 水溶液具有相同渗透压的葡萄糖 (C₆H₁₂O₆) 溶液的浓度约为
- (A) 2%; (B) 3%; (C) 4%; (D) 5%。
- 2.13 处于恒温条件下的一封闭容器中有两杯液体, A 杯为纯水, B 杯为蔗糖水溶液。放置足够长时间后则发现
- (A) A 杯水减少, B 杯水满后不再变化;
(B) B 杯水减少, A 杯水满后不再变化;
(C) A 杯变成空杯, B 杯水满后溢出;
(D) B 杯水干并有蔗糖晶体, A 杯水满后溢出。
- 2.14 处于室温一密闭容器内有水及与水相平衡的水蒸气。现充入不溶于水也不与水反应的气体, 则水蒸气的压力
- (A) 增加; (B) 减少; (C) 不变; (D) 不能确定。
- 2.15 为防止水在仪器内结冰, 可在水中加入甘油 (C₃H₈O₃)。欲使其冰点下降至 -2.0 °C, 则应在 100 g 水中加入甘油 (水的 $K_f = 1.86 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$)
- (A) 9.89 g; (B) 3.30 g; (C) 1.10 g; (D) 19.78 g。
- 2.16 土壤中 NaCl 含量高时植物难以生存, 这与下列稀溶液的性质有关的是
- (A) 蒸气压下降; (B) 沸点升高; (C) 冰点下降; (D) 渗透压。

二、填空题

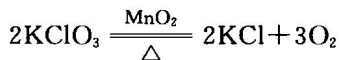
- 2.17 当气体为 1 mol 时,实际气体的状态方程式为_____。
- 2.18 一定体积的干燥气体从易挥发的三氯甲烷液体中通过后,气体体积变_____,气体分压变_____。
- 2.19 某气体在 293 K 和 9.97×10^4 Pa 时占有体积 0.19 dm^3 ,质量为 0.132 g,则该气体的摩尔质量约等于_____,该气体可能是_____。
- 2.20 某理想气体在 273 K 和 101.3 kPa 时的体积为 0.312 m^3 ,则在 298 K 和 98.66 kPa 时其体积为_____ m^3 。
- 2.21 将 4.4 g CO_2 , 14 g N_2 和 12.8 g O_2 盛于一容器中,气体总压为 2.026×10^5 Pa,则混合气体中各组分气体的分压为: CO_2 _____ Pa; N_2 _____ Pa; O_2 _____ Pa。
- 2.22 在相同的温度和压力下,两个容积相同的烧瓶中分别充满 O_3 气体和 H_2S 气体。已知 H_2S 的质量为 0.34 g,则 O_3 的质量为_____ g。
- 2.23 在 300 K, 1.013×10^5 Pa 时加热一敞口细颈瓶到 500 K,然后封闭细颈瓶口并冷却到原来的温度,则该瓶内的压强为_____。
- 2.24 有一容积为 30 dm^3 的高压气瓶,可以耐压 2.5×10^4 kPa,则在 298 K 时可装_____ kg O_2 而不致发生危险。
- 2.25 10.00 cm^3 NaCl 饱和溶液的质量为 12.003 g,将其蒸干后得 NaCl 3.173 g,则 NaCl 的溶解度为_____;溶液的质量分数为_____;溶液的物质的量浓度为_____;溶液的质量摩尔浓度为_____;溶液中盐的摩尔分数和水的摩尔分数分别为_____和_____。
- 2.26 在 26.6 g 氯仿(CHCl_3)中溶解 0.402 g 萘(C_{10}H_8),其沸点比氯仿的沸点高 0.455 K,则氯仿的沸点升高常数为_____。
- 2.27 下面几种溶液:① $0.1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$;② $0.2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ CuSO_4 ;③ $0.3 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ NaCl;④ $0.3 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 尿素。按溶液的凝固点由高到低的顺序是_____。
- 2.28 海水结冰的温度比纯水结冰的温度_____,其温度改变值可以用_____关系式表示。

三、简答题和计算题

- 2.29 在体积为 0.50 dm^3 的烧瓶中充满 NO 和 O_2 混合气体,温度为 298 K,压强为 1.23×10^5 Pa。反应一段时间后,瓶内总压变为 8.3×10^4 Pa。求生成 NO_2 的质量。
- 2.30 将氮气和水蒸气的混合物通入盛有足量固体干燥剂的瓶中。刚通入时,瓶中压强为 101.3 kPa。放置数小时后,压强降到 99.3 kPa 的恒定值。
(1) 求原气体混合物各组分的摩尔分数;
(2) 若温度为 293 K,实验后干燥剂增重 0.150×10^{-3} kg,求瓶的体积。假设干燥剂的体积可忽略且不吸附氮气。
- 2.31 302 K 时在 3.0 dm^3 的真空容器中装入氮气和一定量的水,测得初压为 1.01×10^5 Pa。

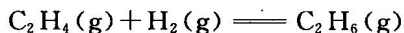
用电解法将容器中的水完全转变为氢气和氧气后,测得最终压强为 1.88×10^5 Pa。求容器中水的质量。已知 302 K 时水的饱和蒸气压为 4.04×10^3 Pa。

- 2.32 在 303 K, 7.97×10^4 Pa 时由排水集气法收集到 1.50 dm^3 氧气。问有多少克氯酸钾按下式发生了分解?



已知 303 K 时水的饱和蒸气压为 4.23×10^3 Pa。

- 2.33 由 C_2H_4 和过量 H_2 组成的混合气体的总压为 6 930 Pa。使混合气体通过铂催化剂进行下列反应:



待完全反应后,在相同温度和体积下,压强降为 4 530 Pa。求原混合气体中 C_2H_4 的摩尔分数。

- 2.34 某项实验要求缓慢地加入乙醇($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$),现采用将空气通过液体乙醇带入乙醇气体的方法进行。在 293 K, 1.013×10^5 Pa 时,为引入 2.3 g 乙醇,求需空气的体积。已知 293 K 时乙醇的饱和蒸气压为 5 866.2 Pa。

- 2.35 在 273 K 和 1.013×10^5 Pa 下,将 1.0 dm^3 干燥的空气缓慢通过二甲醚(CH_3OCH_3)液体。在此过程中,液体损失 0.0335 g。求二甲醚在 273 K 时的饱和蒸气压。

- 2.36 25 °C,一个容器中充入等物质的量的 H_2 和 O_2 ,总压为 100 kPa。混合气体点燃充分反应后,容器中氧的分压是多少?若已知在 25 °C 时水的饱和蒸气压为 3.17 kPa,则容器中气体的总压是多少?

- 2.37 在 288 K 时,将 NH_3 通入一盛水的玻璃球内至 NH_3 不再溶解为止,已知玻璃球内饱和溶液质量为 3.018 g。再将玻璃球放在 50.0 cm^3 , $0.50 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 的 H_2SO_4 溶液中,将球击破。剩余的酸需用 10.4 cm^3 , $1.0 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ NaOH 中和。试计算 288 K 时 NH_3 在水中的溶解度。

- 2.38 在 303 K 时,丙酮($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$)的蒸气压是 37 330 Pa,当 6 g 某非挥发性有机物溶于 120 g 丙酮时,其蒸气压下降至 35 570 Pa。试求此有机物的相对分子质量。

- 2.39 3.24 g 硫溶解于 40 g 苯中,该苯溶液的沸点升高 0.81 K,问此溶液中硫分子是由几个硫原子组成的?已知苯的 $K_b = 2.53 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

- 2.40 将 10 g 葡萄糖和甘油分别溶于 100 g 水中,问所得溶液的凝固点各为多少?

- 2.41 0.570 g $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 溶于 120 g 水中,其凝固点比纯水凝固点降低了 0.08 K,相同质量的 PbCl_2 溶于 100 g 水中,其凝固点比纯水凝固点降低了 0.0381 K,试判断这两种盐在水中的解离情况。已知水的 $K_f = 1.86 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

- 2.42 常压下将 2.0 g 尿素(CON_2H_4)溶入 75 g 水中,求该溶液的凝固点。已知水的 $K_f = 1.86 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

- 2.43 某化合物的苯溶液,溶质和溶剂的质量比是 15 : 100。在 293 K, 1.013×10^5 Pa 下将 4.0 dm^3 空气缓慢地通过该溶液时,测知损失 1.185 g 苯。假设失去苯后溶液的浓度不变。已知苯的 K_b 为 $2.53 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$, K_f 为 $5.1 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。求

(1) 溶质的相对分子质量;

(2) 该溶液的凝固点和沸点(293 K 时,苯的蒸气压为 1×10^4 Pa; 1.013×10^5 Pa 时,苯的

沸点为 353.1 K, 凝固点为 278.4 K)。

- 2.44 与人体血液具有相等渗透压的葡萄糖溶液, 其凝固点降低值为 0.543 K。求此葡萄糖溶液的质量分数和血液的渗透压? 已知葡萄糖的相对分子质量为 180, 水的 $K_f = 1.86 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。