



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

无机化学习题解答

(第三版)

配套吉林大学等校编《无机化学》(第三版)

张丽荣 于杰辉 王 莉 宋天佑 编

高等教育出版社



“十二五”普通高等教育本科

无机化学习题解答

WUJI HUAXUE XITI JIEDA

(第三版)

配套吉林大学等校编《无机化学》(第三版)

张丽荣 于杰辉 王 莉 宋天佑 编

高等教育出版社·北京

内容提要

本书为“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材《无机化学》(第三版)(吉林大学、武汉大学、南开大学编,宋天佑主编)的配套教学参考书。全书共 23 章,编写顺序与主教材一致,可以作为使用该教材教学和学习参考用书。本书按照主教材各章习题的编号将题目逐一列出,之后给出详细解答,同时将解题所需的数据列于附录中,从而保证了本书使用上的相对独立性。

本书既可作为高等学校化学类及相近专业的本科生、专科生学习无机化学和普通化学课程时的习题集,又可作为高年级学生考研复习阶段的参考资料,同时也可供广大教师作为教学参考书使用。

图书在版编目(CIP)数据

无机化学习题解答 / 张丽荣等编. --3 版. -- 北京:
高等教育出版社, 2015.9
ISBN 978-7-04-043905-2

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 223651 号

策划编辑 李 颖	责任编辑 鲍浩波	封面设计 于文燕	版式设计 马敬茹
插图绘制 尹文军	责任校对 陈旭颖	责任印制 朱学忠	

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 高教社(天津)印务有限公司
开 本 787mm×960mm 1/16
印 张 26.25
字 数 470千字
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 2006年6月第1版
2015年9月第3版
印 次 2015年9月第1次印刷
定 价 38.10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 43905-00

第三版前言

本书是高等教育出版社出版的《无机化学》(第三版)(吉林大学、武汉大学、南开大学编,宋天佑主编)的配套教学参考书。本书连同主教材一起已入选“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。

2013年9月,《无机化学》(第三版)的编写工作开始启动,新版教材在保持前两版教材的可讲授性和资料完整性的特色下,进行了一定量的修订。化学原理中的一些章节有所调整:“绪论”不再列章号,第二版教材中“第7章 化学键理论概述”分开为“第6章 分子结构和共价键理论”和“第7章 晶体结构”两章进行讲述,这样做的目的是希望将物质结构叙述得更具条理性,使学生对其理解得更加清晰。化学原理部分的习题主要按照知识点的先后顺序进行排列,力求难度和广度分布合理,以满足不同程度的学生学习。无机元素化学的内容中不仅进行了知识点的补充,更是对各章的习题按照简释词语,完成化学反应方程式,物质的生产、合成与制备,物质的分离、提纯与鉴别,解释实验现象,简要回答问题和推理判断几个方面进行了分类整合,使每章习题类型明确、特点突出,学生易于掌握和进行分析解答。

做习题是学习的重要环节,是学生补充和强化学习内容、运用所学知识、检测学习成果、提高分析问题和解决问题能力的重要途径。作为配套的习题集,本书对《无机化学》(第三版)中的全部习题进行了详细的分析解答,章节和内容顺序与主教材完全相同。在全书习题的解答过程中,我们尽可能将最完整和详尽的解题过程呈现在读者面前,希望能够帮助学生学习和解惑。当然,一道习题常常涉及多方面知识,解题的方法和途径也不止一种。我们希望通过全书的讲解,学生在了解每道习题答案的同时,更能够学会解题的思路与方法,学会分析问题、解决问题,开阔思路,将各种知识融会贯通。同时,为了本书在使用上保持相对的独立性,即不仅仅是配套参考书,更可作为一本难度适中、内容充足的习题集使用,我们将一些常用的数据列于书后的附录中,便于使用者随时查阅。

本书第1、12、14、16、18、20章由张丽荣编写,第2~11章由宋天佑编写,第13、15、17、19章由于杰辉编写,第21、23章由于杰辉、王莉编写,第22章由张丽

荣、王莉编写,附录由王莉整理。

本次修订工作中南开大学程鹏、武汉大学程功臻和吉林大学无机化学教学团队的徐家宁、张萍、崔小兵和宋晓伟等老师给予了大力支持。高等教育出版社的编辑人员鲍浩波和李颖对本书的修订给予了自始至终的关注。在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,本版书中的错误与不足之处,恳请广大读者和同行批评指正,使本书得以不断完善。

张丽荣

2015年7月2日于吉林大学

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010) 58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010) 82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

目录

第 1 章	化学基础知识	1
第 2 章	化学热力学基础	12
第 3 章	化学反应速率	31
第 4 章	化学平衡	47
第 5 章	原子结构和元素周期律	70
第 6 章	分子结构和共价键理论	85
第 7 章	晶体结构	99
第 8 章	酸碱解离平衡	110
第 9 章	沉淀溶解平衡	131
第 10 章	氧化还原反应	149
第 11 章	配位化学基础	181
第 12 章	碱金属和碱土金属	203
第 13 章	硼族元素	215
第 14 章	碳族元素	231

第 15 章	氮族元素	252
第 16 章	氧族元素	270
第 17 章	卤素	286
第 18 章	氢和稀有气体	303
第 19 章	铜副族元素和锌副族元素	313
第 20 章	钛副族元素和钒副族元素	334
第 21 章	铬副族元素和锰副族元素	345
第 22 章	铁系元素和铂系元素	367
第 23 章	镧系元素和锕系元素	385
附 录		395

第 1 章 化学基础知识

1-1 一定体积的氢气和氮气的混合气体,在 27 °C 时压强为 202 kPa,现使该气体的体积膨胀至原体积的 4 倍,压强变为 101 kPa。试求膨胀后混合气体的温度是多少?

解: 根据题设可知 $T_1 = (27+273) \text{ K} = 300 \text{ K}$, $p_1 = 202 \text{ kPa}$, $p_2 = 101 \text{ kPa}$ 且 $V_2 = 4V_1$, $n_2 = n_1$ 。

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

由 $n_2 = n_1$ 可知

$$\begin{aligned} \frac{p_2 V_2}{RT_2} &= \frac{p_1 V_1}{RT_1} \\ \text{所以 } T_2 &= \frac{p_2 V_2 T_1}{p_1 V_1} \\ &= \frac{p_2 \times 4V_1 T_1}{p_1 V_1} \\ &= \frac{4p_2 T_1}{p_1} \\ &= \frac{4 \times 101 \text{ kPa} \times 300 \text{ K}}{202 \text{ kPa}} \\ &= 600 \text{ K} \end{aligned}$$

1-2 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: 先计算此气体的物质的量 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 :

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

由题设知 0.044 63 mol 气体的质量为 2.86 g,故该气体的摩尔质量为

$$M = \frac{2.86 \text{ g}}{0.044 63 \text{ mol}} = 64.1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

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 ,由理想气体状态方程知:

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

代入题设条件

$$\begin{aligned} V &= \frac{0.044 63 \text{ mol} \times 8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times (273+17) \text{ K}}{207 000 \text{ Pa}} \\ &= 5.20 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \end{aligned}$$

即气体的体积为 0.520 dm³。

设气体的密度为 ρ ,则

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{2.86 \text{ g}}{0.520 \text{ dm}^3} = 5.50 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$$

1-3 某 CH₄ 储气柜,容积为 1 000 m³,耐压 103 kPa。若夏季最高温度为 41 °C,冬季最低温度为 -25 °C,问冬季比夏季能多储存多少千克 CH₄?

解: 先求出夏季最高温度 $T = (41+273) \text{ K}$ 即 314 K 时,气柜可储存的 CH₄ 的物质的量 n_1 。由理想气体状态方程 $pV=nRT$,得

$$\begin{aligned} n_1 &= \frac{p_1 V_1}{RT_1} \\ &= \frac{103 \times 10^3 \text{ Pa} \times 1 000 \text{ m}^3}{8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 314 \text{ K}} \\ &= 3.945 \times 10^4 \text{ mol} \end{aligned}$$

同理,冬季最低温度 $T = (-25+273) \text{ K}$ 即 248 K 时储存的 CH₄ 的物质的量为

$$\begin{aligned} n_2 &= \frac{p_1 V_1}{RT_2} \\ &= \frac{103 \times 10^3 \text{ Pa} \times 1 000 \text{ m}^3}{8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 248 \text{ K}} \\ &= 4.995 \times 10^4 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta n &= n_2 - n_1 = 4.995 \times 10^4 \text{ mol} - 3.945 \times 10^4 \text{ mol} \\ &= 1.050 \times 10^4 \text{ mol} \end{aligned}$$

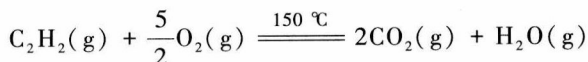
故冬季比夏季最多可多储存的 CH₄ 的质量为

$$m = M(\text{CH}_4) \Delta n = 16 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1} \times 1.050 \times 10^4 \text{ mol}$$

$$= 168.0 \text{ kg}$$

1-4 将 $0.10 \text{ mol C}_2\text{H}_2$ 气体放在充有 1.00 mol O_2 的 10.0 dm^3 密闭容器中,令其完全燃烧生成 CO_2 和 H_2O ,反应完毕时的温度是 150°C ,计算此时容器内的压强。

解: 反应方程式为



$0.10 \text{ mol C}_2\text{H}_2$ 完全反应掉,消耗 O_2 0.25 mol ,故产物中剩余 O_2 为 $(1.00-0.25) \text{ mol} = 0.75 \text{ mol}$,生成 0.20 mol CO_2 和 $0.10 \text{ mol H}_2\text{O}$,所以产物的物质的量为 $n = (0.75+0.20+0.10) \text{ mol} = 1.05 \text{ mol}$

依题意

$$V = 10.0 \text{ dm}^3 = 10.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$T = 150^\circ\text{C} = (150+273) \text{ K} = 423 \text{ K}$$

由理想气体状态方程 $pV=nRT$ 得

$$\begin{aligned} p &= \frac{nRT}{V} \\ &= \frac{1.05 \text{ mol} \times 8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 423 \text{ K}}{10.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3} \\ &= 3.69 \times 10^2 \text{ kPa} \end{aligned}$$

1-5 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 的密闭容器中。假定混合前后温度不变,试求混合气体的总压。

解: 先求混合气体中氮气的分压。

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

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

按分压的定义,这就是混合气体中氮气的分压 $p(\text{N}_2)$ 。

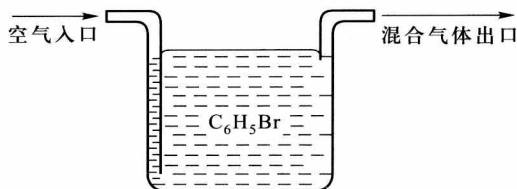
同理可以求出混合气体中氢气的分压, $p(\text{H}_2) = 0.50 \text{ kPa}$ 。

由分压定律公式 $p_{\text{总}} = \sum p_i$,故混合气体的总压为

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

1-6 20 °C 和 101 kPa 时 10 dm³ 干燥空气缓慢地通过如图所示的溴苯 (C₆H₅Br) 计泡器, 溴苯质量减少 0.475 g。试求:

- (1) 通过计泡器后被溴苯饱和的空气的体积;
- (2) 20 °C 溴苯的饱和蒸气压。



解: (1) 由题意可知, 当干燥的空气通过溴苯并被饱和后, 混合气体的总压不变, 仍为起始压强 $p_{\text{总}} = 101 \text{ kPa}$ 。由于溴苯的加入, 混合气体的体积 $V_{\text{总}}$ 将增大; 混合气体总的物质的量 $n_{\text{总}}$ 增大。

设 $n(\text{溴苯})$ 为蒸发的溴苯的物质的量, $n(\text{空})$ 为空气的物质的量, 则

$$n(\text{溴苯}) = \frac{m}{M(\text{溴苯})} = \frac{0.475 \text{ g}}{157 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 3.025 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n(\text{空}) = \frac{pV}{RT} = \frac{101 \times 10^3 \text{ Pa} \times 10 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 293 \text{ K}} = 0.4146 \text{ mol}$$

$$n_{\text{总}} = n(\text{溴苯}) + n(\text{空}) = 0.4176 \text{ mol}$$

$$\text{故 } V_{\text{总}} = \frac{n_{\text{总}} RT}{p_{\text{总}}} = \frac{0.4176 \text{ mol} \times 8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 293 \text{ K}}{101 \times 10^3 \text{ Pa}} = 10.073 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

(2) 设 $p(\text{溴苯})$ 为混合气体中溴苯的分压, 依题意 $T = (20 + 273) \text{ K}$ 即 293 K, 根据分压定律有:

$$p(\text{溴苯}) = \frac{n(\text{溴苯}) RT}{V_{\text{总}}} = \frac{3.025 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 293 \text{ K}}{10.073 \times 10^{-3} \text{ m}^3} = 741.76 \text{ Pa}$$

即 20 °C 时溴苯的饱和蒸气压为 741.76 Pa。

1-7 0.102 g 某金属与酸完全作用后, 生成等物质的量的氢气。在 18 °C 和 100.0 kPa 下, 用排水集气法在水面上收集到氢气 38.5 mL。若 18 °C 时水的饱和蒸气压为 2.1 kPa, 试求此金属的相对原子质量。

解: 先求算 H₂ 的物质的量 $n(\text{H}_2)$ 。

收集到的混合气体 $p_{\text{总}} = 100.0 \text{ kPa}$, 其中 $p(\text{H}_2\text{O}) = 2.1 \text{ kPa}$, 由分压定律可知

$$\begin{aligned}
 p(\text{H}_2) &= p_{\text{总}} - p(\text{H}_2\text{O}) \\
 &= 100.0 \text{ kPa} - 2.1 \text{ kPa} \\
 &= 97.9 \text{ kPa} \\
 &= 97\,900 \text{ Pa}
 \end{aligned}$$

依题意 $V_{\text{总}} = 38.5 \text{ mL}$ 相当于 $38.5 \times 10^{-6} \text{ m}^3$

$$T = (18 + 273) \text{ K} = 291 \text{ K}$$

$$\text{由 } p(\text{H}_2) V_{\text{总}} = n(\text{H}_2) RT,$$

$$\begin{aligned}
 \text{得 } n(\text{H}_2) &= \frac{p(\text{H}_2) V_{\text{总}}}{RT} = \frac{97\,900 \text{ Pa} \times 38.5 \times 10^{-6} \text{ m}^3}{8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 291 \text{ K}} \\
 &= 1.56 \times 10^{-3} \text{ mol}
 \end{aligned}$$

依题意金属 M 的物质的量

$$n(\text{M}) = n(\text{H}_2) = 1.56 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

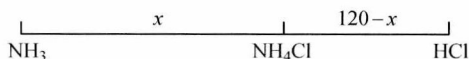
金属的摩尔质量

$$\begin{aligned}
 M &= \frac{m}{n(\text{M})} \\
 &= \frac{0.102 \text{ g}}{1.56 \times 10^{-3} \text{ mol}} = 65.4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}
 \end{aligned}$$

故此金属的相对原子质量为 65.4。

1-8 将氨气和氯化氢同时从一根 120 cm 长的玻璃管的两端分别向管内自由扩散,试计算两气体在管中距氨气一端多远处相遇而生成 NH_4Cl 白烟。

解: 设经过 t 秒后,两气体在距氨气一端 x cm 处相遇,则相遇处距氯化氢气体一端为 $(120-x)$ cm,如图所示:



$$\text{根据气体扩散定律 } \frac{u(\text{HCl})}{u(\text{NH}_3)} = \sqrt{\frac{M_r(\text{NH}_3)}{M_r(\text{HCl})}}, \text{ 即}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{120-x}{t} &= \sqrt{\frac{17}{36.5}} \\
 \frac{x}{t} &= \sqrt{\frac{17}{36.5}}
 \end{aligned}$$

$$x = 71.3$$

两种气体在距氨气一端 71.3 cm 处相遇而生成 NH_4Cl 白烟。

1-9 10.00 cm^3 NaCl 饱和溶液质量为 12.003 g,将其蒸干,得 NaCl 3.173 g。已知 NaCl 的摩尔质量为 $58.44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$,试计算该饱和溶液的质量摩尔浓度和

NaCl 的摩尔分数。

解：设溶剂 H_2O 的质量为 $m(\text{H}_2\text{O})$

$$\begin{aligned} m(\text{H}_2\text{O}) &= 12.003 \text{ g} - 3.173 \text{ g} \\ &= 8.830 \text{ g} \end{aligned}$$

设 1 000 g 溶剂 H_2O 中溶有 x g NaCl, 则有

$$\begin{aligned} \frac{x}{3.173 \text{ g}} &= \frac{1\,000 \text{ g}}{8.830 \text{ g}} \\ x &= \frac{3.173 \text{ g} \times 1\,000 \text{ g}}{8.830 \text{ g}} = 359.34 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n(\text{NaCl}) &= \frac{m(\text{NaCl})}{M_r(\text{NaCl})} \\ &= \frac{359.34 \text{ g}}{58.44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \\ &= 6.149 \text{ mol} \end{aligned}$$

故溶液的质量摩尔浓度为 $6.149 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

溶剂 H_2O 的物质的量为

$$\begin{aligned} n(\text{H}_2\text{O}) &= \frac{1\,000 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 55.56 \text{ mol} \\ n_{\text{总}} &= 6.149 \text{ mol} + 55.56 \text{ mol} = 61.71 \text{ mol} \\ x(\text{NaCl}) &= \frac{n(\text{NaCl})}{n_{\text{总}}} = \frac{6.149}{61.71} = 0.0996 \end{aligned}$$

1-10 已知 10.0 g 葡萄糖溶于 400 g 乙醇, 乙醇沸点升高了 0.171°C , 而某有机物 2.00 g 溶于 100 g 乙醇时, 其沸点升高了 0.149°C 。求该有机物的摩尔质量。

解：由题设条件可先求出乙醇溶剂的沸点升高常数 k_b , 葡萄糖乙醇溶液的质量摩尔浓度为

$$\begin{aligned} b(\text{葡萄糖}) &= \frac{n(\text{葡萄糖})}{m(\text{溶剂})} = \frac{\frac{m(\text{葡萄糖})}{M(\text{葡萄糖})}}{m(\text{溶剂})} \\ &= \frac{10.0 \text{ g}}{180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \\ &= \frac{10.0 \text{ g}}{400 \times 10^{-3} \text{ kg}} = 0.139 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1} \end{aligned}$$

由沸点升高公式可知

$$k_b = \frac{\Delta T(\text{葡萄糖})}{b(\text{葡萄糖})} = \frac{0.171 \text{ K}}{0.139 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}} = 1.23 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$$

同样由沸点升高公式可求出有机物乙醇溶液的质量摩尔浓度

$$b(\text{有机物}) = \frac{\Delta T(\text{有机物})}{k_b} = \frac{0.149 \text{ K}}{1.23 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.121 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$$

$$M = \frac{m(\text{有机物})}{b(\text{有机物}) \cdot m(\text{溶剂})} = \frac{2.00 \text{ g}}{0.121 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1} \times 100 \times 10^{-3} \text{ kg}} = 165 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

1-11 将 26.3 g CdSO_4 固体溶解在 1000 g 水中,其凝固点比纯水的凝固点降低了 0.285 K。已知 H_2O 的 $k_f = 1.86 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$, 试计算 CdSO_4 在溶液中的解离度。

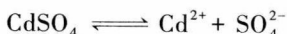
解: 由题设条件可求出 CdSO_4 溶液的质量摩尔浓度 b_1 。

$$b_1 = \frac{n(\text{CdSO}_4)}{m(\text{溶剂})} = \frac{\frac{m(\text{CdSO}_4)}{M(\text{CdSO}_4)}}{m(\text{溶剂})} = \frac{\frac{26.3 \text{ g}}{208.4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}}{1.0 \text{ kg}} = 0.126 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$$

同样依题中条件求出 CdSO_4 溶液中粒子的浓度, 根据凝固点降低公式有

$$b_2 = \frac{\Delta T_f}{k_f} = \frac{0.285 \text{ K}}{1.86 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.153 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$$

设在溶液中有 $x \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的 CdSO_4 解离:



平衡浓度/ $\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 0.126- x x x

溶液中粒子的总浓度为 $(0.126-x) + x+x = 0.153 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$

解得 $x = 0.027 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$

溶液中 CdSO_4 的解离度为

$$\frac{0.027}{0.126} \times 100\% = 21.4\%$$

1-12 300 K 时, 4.0 g 聚氯乙烯溶于水中形成 1.0 dm^3 溶液, 其渗透压为 65 Pa, 试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

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

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 。

1-13 测得人体血液的冰点降低值为 0.56 K 。已知水的 $k_f = 1.86 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，试求人的体温为 37°C 时血液的渗透压。

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

$$b = \frac{0.56 \text{ K}}{1.86 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.301 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$$

对于稀溶液近似有质量摩尔浓度 b 在数值上等于体积摩尔浓度 c ，故知血液的物质的量浓度 $c = 0.301 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ，相当于 $3.011 \times 10^2 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

依题设人的体温为 37°C ，相当于 $(273+37) \text{ K}$ ，即温度 $T = 310 \text{ K}$ 。

由公式 $\Pi = cRT$ 得

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

即人的体温为 37°C 时血液的渗透压为 776 kPa 。

1-14 0.542 g HgCl_2 溶于 50 g 水中，溶液的凝固点为 -0.0744°C 。已知水的 $k_f = 1.86 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，通过计算说明 HgCl_2 在水中的存在形式。

解：根据凝固点降低公式，先求出该溶液中粒子的质量摩尔浓度 b_1 ：

$$b_1 = \frac{\Delta T_f}{k_f} = \frac{0.0744 \text{ K}}{1.86 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}} = 4.00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$$

HgCl_2 的摩尔质量 M 为 $271 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，根据题设条件可求出 HgCl_2 溶液的质量摩尔浓度 b_2 ：

$$\begin{aligned} b_2 &= \frac{n}{m(\text{剂})} = \frac{\frac{m}{M}}{m(\text{剂})} \\ &= \frac{0.542 \text{ g}}{271 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \cdot \frac{1}{50 \times 10^{-3} \text{ kg}} = 4.00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1} \end{aligned}$$

由 $b_1 = b_2$ ，可知 HgCl_2 在水溶液中以分子的形式存在，不发生解离。

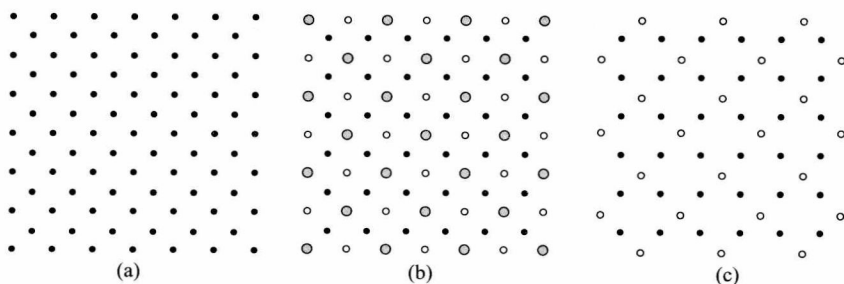
1-15 试写出下列几何图形的所有对称元素及其个数：

- (1) 正三角形； (2) 正五边形； (3) 平行四边形； (4) 矩形；
(5) 菱形； (6) 正方形； (7) 正四棱柱； (8) 正八面体。

解：答案见下表。

	图形	对称元素,数目		图形	对称元素,数目
(1)	正三角形	3 重轴,1 条 2 重轴,3 条 镜面,3 个	(5)	菱形	2 重轴,3 条 镜面,2 个 对称中心,1 个
(2)	正五边形	5 重轴,1 条 2 重轴,5 条 镜面,5 个	(6)	正方形	4 重轴,1 条 2 重轴,4 条 镜面,4 个 对称中心,1 个
(3)	平行四边形	2 重轴,1 条 对称中心,1 个	(7)	正四棱柱	4 重轴,1 条 2 重轴,4 条 镜面,5 个 对称中心,1 个
(4)	矩形	2 重轴,3 条 镜面,2 个 对称中心,1 个	(8)	正八面体	4 重轴,3 条 3 重轴,4 条 2 重轴,6 条 镜面,9 个 对称中心,1 个

1-16 由 3 种不同的粒子 $\circ$ A, $\bullet$ B 和 $\bigcirc$ C 构成下列 (a), (b) 和 (c) 3 种二维晶体。试说明每种晶体的结构基元的构成情况,并画出其点阵。



解：晶体 (a) 的结构基元由 1 个粒子构成：1 个 B 粒子。以 B 粒子处的点代表结构基元,得到其点阵,如图 1-16-1(a) 所示。

晶体 (b) 的结构基元由 4 个粒子构成：1 个 A 粒子,2 个 B 粒子和 1 个 C 粒子。以 C 粒子处的点代表结构基元,得到其点阵,如图 1-16-1(b) 所示。