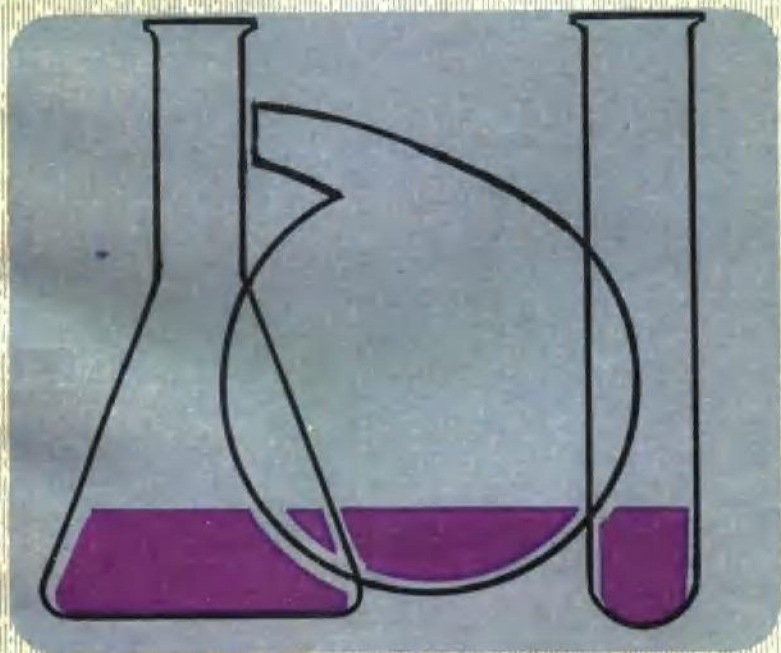


高等学校教学参考书

普通化学

习题解答

陈·德 钧 等编



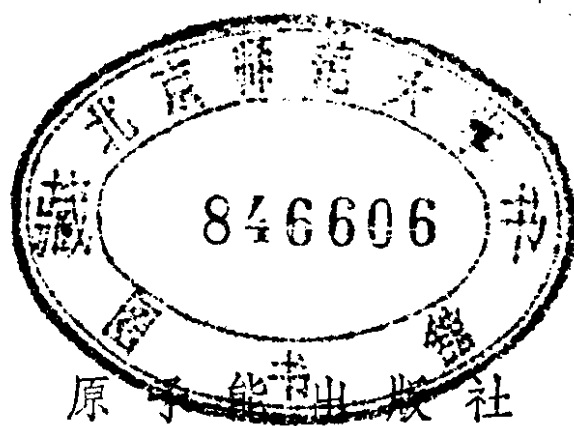
原子能出版社

551 1218/20

高等学校教学参考书

《普通化学》习题解答

陈德钧等编



内 容 简 介

本书是根据高等学校教材《普通化学》(1981年修订本)所列出的习题而做的解答。

编写本书的目的在于帮助学生掌握《普通化学》中所讲述的基本内容,提高学生对基本概念的理解能力和解题能力。

本书可供大专院校学生做习题和教师辅导时参考,也可供自学者使用,以检查自己所得的答案是否正确。

高等学校教学参考书

《普通化学》习题解答

陈德钧等编

原子能出版社出版

(北京2108信箱)

张家口地区印刷厂印刷

(张家口市建国路8号)

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

☆

开本787×1092 1/32·印张4 $\frac{1}{4}$ ·字数 91 千字

1981年12月第一版·1981年12月第一次印刷

印数001—50000·统一书号: 15175·402

定价: 0.48元

编写说明

讲授《普通化学》的教师备课时，常需要一本题解，作参考。学生或自学的同志每做完一章习题之后，常需要课外指导，以检查自己的答案是否正确。本书就是为满足这些需要而编写的。它将有助于提高学生的解题能力和对概念的理解能力。解题过程中，对有多种解法的习题仅用一种方法作出答案。书中使用的一些常数主要选自《普通化学》（1981年修订本）。

本书第七章由刘文渊同志编写，第九章由张复实同志编写，其他各章均由陈德钧同志编写，由陈阳同志协助整理稿件。全书由黄钟同志进行了审校。在编写过程中，得到有关领导的热情支持，得到史美韶、刘凤志、赵玉琴等同志的帮助，特别是得到宋心琦教授的指导和帮助，在此一并表示感谢。

由于本书是在暑假期间编写成的，时间短促，又限于编者水平，书中缺点、错误在所难免，欢迎读者批评指正。

编 者

1981年8月

目 录

编写说明

第一章	物质的聚集状态与溶液.....	(1)
第二章	化学反应速度与化学平衡.....	(11)
第三章	电解质溶液.....	(33)
第四章	氧化还原与电化学.....	(51)
第五章	原子结构与周期系.....	(70)
第六章	化学键与晶体结构.....	(82)
第七章	单质与无机化合物.....	(91)
第八章	络合物	(107)
第九章	有机化合物	(120)

第一章 物质的聚集状态与溶液

1. 在一个未知体积的容器中装有某种气体，其压力为 650 毫米汞柱，从其中抽出一定量的气体。抽出的气体在 1 大气压下占体积 1.52 毫升，留在容器中气体的压力为 600 毫米汞柱，假定以上数据都是在相同温度下测定的，求容器的体积。

解：已知 $P_{\text{总}}=650\text{mmHg}$ ； $p_1=760\text{mmHg}$
 $V_1=1.52\text{ml}$ ； $p_2=600\text{mmHg}$ ； $V_2=V_{\text{总}}$ 求 $V_{\text{总}}=?$

$$\because P_{\text{总}}V_{\text{总}}=n_{\text{总}}RT \quad \therefore n_{\text{总}}=\frac{P_{\text{总}}V_{\text{总}}}{RT}$$

$$\text{同理 } n_1=\frac{p_1V_1}{RT} \quad n_2=\frac{p_2V_2}{RT}$$

根据题意 $n_{\text{总}}=n_1+n_2$

$$\therefore \frac{P_{\text{总}}V_{\text{总}}}{RT}=\frac{p_1V_1}{RT}+\frac{p_2V_2}{RT}$$

$$P_{\text{总}}V_{\text{总}}=p_1V_1+p_2V_2$$

$$650 \times V_{\text{总}}=760 \times 1.52+600 \times V_{\text{总}}$$

$$V_{\text{总}}=23.1\text{毫升}$$

答：容器的体积为 23.1 毫升。

2. 在 25°C 时用排水集气法收集的氮气的体积为 750 毫升，总压力为 740 毫米汞柱。已知在此温度水蒸气的压力

为24毫米汞柱，求其中所含氮气的摩尔数。

解： $\because P_{\text{总}} = p_{\text{N}_2} + p_{\text{水}}$

$$\therefore p_{\text{N}_2} = P_{\text{总}} - p_{\text{水}} = 740 - 24 = 716 \text{ mmHg}$$

$$\because PV = nRT$$

$$\therefore n = \frac{PV}{RT} = \frac{716 \times 750}{62400 \times 298} = 0.0289 \text{ 摩尔}$$

答：氮气的摩尔数为 0.0289 摩尔。

3. 680K 时，2.96克氯化汞在 1.00 升的真空容器中蒸发，压力为 458 毫米汞柱，求氯化汞蒸气的分子量和分子式。

解： $\because PV = \frac{W}{M_G} RT$

$$\therefore M_G = \frac{WRT}{PV} = \frac{2.96 \times 0.082 \times 680}{\frac{458}{760} \times 1}$$

$$= 274 \text{ (g} \cdot \text{mol}^{-1}\text{)}$$

氯化汞蒸气的分子量为 274（氯化汞的分子式是 HgCl_2 ，分子量的理论值为 271.5）。

答：氯化汞蒸气的分子量为 274，分子式为 HgCl_2 。

4. 使总压力为 52 毫米汞柱的 C_2H_4 和过量 H_2 的混合气体，通过铂催化剂进行下列反应： $\text{C}_2\text{H}_4(\text{气}) + \text{H}_2(\text{气}) = \text{C}_2\text{H}_6(\text{气})$ 。完全反应后，在相同的体积和温度下压力为 34 毫米汞柱。求原来混合物中 C_2H_4 的摩尔分数。

解：若原来混合物中 C_2H_4 和 H_2 的摩尔数分别为 n_1 和 n_2



反应前摩尔数 n_1 n_2 0

反应后摩尔数 0 $n_2 - n_1$ n_1

反应前总摩尔数 $= n_1 + n_2$

反应后总摩尔数 $= (n_2 - n_1) + n_1 = n_2$

$$P_{\text{后}}V = n_2RT \cdots \cdots (1) \quad P_{\text{前}}V = (n_1 + n_2)RT \cdots \cdots (2)$$

(1) $\div$ (2) 得 $P_{\text{后}}/P_{\text{前}} = n_2/n_1 + n_2$ 为原来混合物中 H_2 的摩

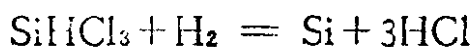
尔分数, 所以原来混合物中 C_2H_4 的摩尔分数为 $1 - \frac{n_2}{n_1 + n_2} =$

$$1 - P_{\text{后}}/P_{\text{前}} = 1 - \frac{34}{52} = 0.35$$

答: 原来混合物中 C_2H_4 的摩尔分数为 0.35。

5. 多晶硅是用氢气在高温 ($900 \sim 1100^\circ\text{C}$) 下还原三氯硅烷 (SiHCl_3) 制得的。问要制备 100 克纯硅至少需要氢气多少克? 在 0°C 和 1 大气压下相当于多少体积? 又同时可产生氯化氢气体多少克?

解: 设需要氢气为 x 克



2 28.08

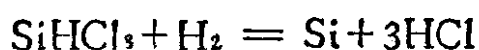
x 100

$$2 : 28.08 = x : 100$$

$$x = 7.12 \text{ 克}$$

氢气体积为 $22.4 \times 7.12/2 = 79.7$ 升

又设可产生氯化氢气体 y 克



$$28.08 \quad 3 \times 36.45$$

$$100 \quad y$$

$$28.08 : 3 \times 36.45 = 100 : y$$

$$y \approx 390 \text{ 克}$$

答：需要氢气 7.12 克，在标准状态下相当于 79.7 升，同时可产生氯化氢气体 390 克。

*6. 8 摩尔 SO_2 和 6 摩尔 O_2 进行下列反应： $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$ 。设反应后剩余 SO_2 量为加入量的 20%。求 (1) 反应后 SO_2 、 O_2 和 SO_3 的摩尔数；(2) 反应后混合气体的总压力与各气体的分压（设反应前后容器的体积、温度不变，反应前混合气体的压力为 1 大气压）。

解：(1) $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$

反应后剩余 SO_2 的摩尔数为： $8 \times 20\% = 1.6$ 摩尔

反应用掉的 SO_2 的摩尔数为： $8 - 1.6 = 6.4$ 摩尔

反应用掉的 O_2 的摩尔数为： $\frac{6.4}{2} = 3.2$ 摩尔

反应后剩余 O_2 的摩尔数为： $6 - 3.2 = 2.8$ 摩尔

反应后生成 SO_3 的摩尔数为：6.4 摩尔

$$(2) \because PV = nRT \quad \therefore P/n = RT/V$$

根据题意 V 、 T 不变， R 也为常数。

$$\therefore P_{\text{前}}/n_{\text{前}} = P_{\text{后}}/n_{\text{后}}$$

已知：反应前总压力为 $P_{\text{前}} = 1$ 大气压，反应前总摩尔数为 $n_{\text{前}} = 8 + 6 = 14$ 摩尔，反应后总摩尔数为 $n_{\text{后}} = 1.6 + 6.4 + 2.8 = 10.8$ 摩尔，反应后总压力为 $P_{\text{后}} = ?$

$$P_{\text{后}} = P_{\text{前}} \times \frac{n_{\text{后}}}{n_{\text{前}}} = 1 \times \frac{10.8}{14} = 0.77 \text{ 大气压}$$

又根据 $p_i = P_{\text{总}} \frac{n_i}{n_{\text{总}}}$

$$p_{\text{SO}_2} = 0.77 \times \frac{1.6}{10.8} = 0.11 \text{ (大气压)}$$

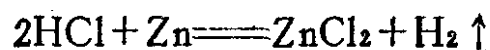
$$p_{\text{O}_2} = 0.77 \times \frac{2.8}{10.8} = 0.20 \text{ (大气压)}$$

$$p_{\text{SO}_3} = 0.77 \times \frac{6.4}{10.8} = 0.46 \text{ (大气压)}$$

答：反应后 SO_2 、 O_2 和 SO_3 的摩尔数分别为 1.6 摩尔、2.8 摩尔和 6.4 摩尔。反应后混合气体的总压力为 0.77 大气压，反应后 SO_2 、 O_2 和 SO_3 的分压分别为 0.11 大气压、0.20 大气压和 0.46 大气压。

7. 在 1 升的玻璃瓶里装有 100 毫升 10% HCl 溶液（密度 $1.1 \text{ 克} \cdot \text{毫升}^{-1}$ ），温度为 21°C 。加入 0.327 克锌，立即把瓶塞紧。在反应完全后，如果瓶内温度和反应前相同，问瓶中的压力是多少（设瓶中最初压力为 1 大气压，包括空气、水蒸气、氯化氢等三种气体的分压，并假定反应前后此三种分压相同，而且溶液体积不变）？

解：密度为 $1.1 \text{ 克} \cdot \text{毫升}^{-1}$ 的 100 毫升 10% 的盐酸溶液中含有 HCl 为 $1.1 \times 100 \times 10\% = 11 \text{ 克}$



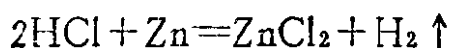
$$2 \times 36.5 \quad 65.4$$

$$11 \quad x$$

$$x = \frac{11 \times 65.4}{2 \times 36.5} = 9.85 \text{ 克}$$

即 11 克 HCl 可以与 9.85 克锌作用，但实际只有 0.327 克锌，所以 HCl 是过量的，因此只能采用 Zn 作为计算标准。

设反应产生的氢气为 x 摩尔



$$65.4 \qquad 1$$

$$0.327 \qquad x$$

$$65.4 : 1 = 0.327 : x$$

$$x = 5 \times 10^{-3} \text{ 摩尔}$$

又根据 $p_{\text{H}_2}V = nRT$

$$p_{\text{H}_2} = \frac{nRT}{V} = \frac{5 \times 10^{-3} \times 0.082 \times (273 + 21)}{1 - 0.1}$$

$$= 0.13 \text{ 大气压}$$

$$P_{\text{总}} = 1 + 0.13 = 1.13 \text{ 大气压}$$

答：瓶中的压力为 1.13 大气压。

8. 已知乙醇水溶液中乙醇 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 的摩尔分数是 0.05，求此溶液的重量摩尔浓度和体积摩尔浓度（溶液的密度为 $0.997 \text{ 克} \cdot \text{毫升}^{-1}$ ）。

解：设 1000 克水中含有 m 摩尔的乙醇，根据题意：

$$m / [(1000 \div 18) + m] = 0.05$$

$$m = 2.9$$

故溶液的重量摩尔浓度为 $2.9m$

因为1000克水中含有2.9摩尔乙醇，故溶液的总重量为

$$1000 + 46 \times 2.9 = 1133.4 \text{克}$$

溶液的体积为

$$1133.4 \div 0.997 = 1137 \text{毫升}$$

溶液的体积摩尔浓度为

$$\frac{2.9}{1137} \times 1000 = 2.6M$$

答：此溶液的重量摩尔浓度为 $2.9m$ 。体积摩尔浓度为 $2.6M$ 。

9. 在100克溶液中含有10克氯化钠，溶液的密度为 $1.071 \text{克} \cdot \text{毫升}^{-1}$ ，求溶液的重量摩尔浓度和体积摩尔浓度。

解：NaCl 的摩尔质量为 $58.5 \text{克} \cdot \text{摩尔}^{-1}$ ，10克相当于

$$\frac{10}{58.5} = 0.171 \text{摩尔 NaCl}，\text{所以溶液的重量摩尔浓度为：}$$

$$\frac{0.171}{(100-10)} \times 1000 = 1.9m$$

$$\text{体积摩尔浓度为 } \frac{\frac{0.171}{100}}{1.071} \times 1000 = 1.8M$$

答：溶液的重量摩尔浓度为 $1.9m$ ，体积摩尔浓度为 $1.8M$ 。

10. 将下列水溶液，按照其蒸气压增加的顺序排列之。
 $1M \text{NaCl}$ 、 $1M \text{H}_2\text{SO}_4$ 、 $1M \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ （葡萄糖）、 $0.1M \text{CH}_3\text{COOH}$ （醋酸）、 $0.1M \text{NaCl}$ 、 $0.1M \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 。

答：根据拉乌尔定律，溶液的蒸气压下降和溶质的摩尔分数成正比，即可认为在相同体积下，蒸气压下降与溶液中溶质的总粒子数有关，溶液中溶质的总粒子数越多，其蒸气压下降也越多。又因为 H_2SO_4 电离为 2H^+ 和 SO_4^{2-} ， NaCl 电离为 Na^+ 和 Cl^- ，所以按其蒸气压增加的顺序为：

$1\text{M H}_2\text{SO}_4 < 1\text{M NaCl} < 1\text{M C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 < 0.1\text{M NaCl} < 0.1\text{M CH}_3\text{COOH} < 0.1\text{M C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

11. 在 26.6 克氯仿 CHCl_3 中溶有 0.402 克萘 C_{10}H_8 的溶液，其沸点比纯氯仿的沸点高 0.455°C ，求氯仿的沸点上升常数。

解：先计算溶液的重量摩尔浓度，已知萘 C_{10}H_8 的分子量为 128.1，则

$$\begin{aligned}\text{重量摩尔浓度} &= \frac{\text{摩尔数}}{\text{千克溶剂}} \\ &= \frac{0.402\text{克}/128.1\text{克} \cdot \text{摩}^{-1}}{26.6\text{克}} \times 1000\text{克} \\ &= 0.118m\end{aligned}$$

将 m 值代入下式：

$$K_{\text{沸}} = \Delta t_{\text{沸}}/m = 0.455/0.118 = 3.86$$

答：氯仿的沸点上升常数为 3.86。

12. 某稀溶液在 25°C 时蒸气压为 23.45 毫米汞柱，纯水在此温度的蒸气压为 23.76 毫米汞柱，求溶液的重量摩尔浓度，并应用表 1-3 中水的 $K_{\text{沸}}$ 值，预测此溶液的沸点。

解：设 Δp 代表溶液的蒸气压下降， p_i° 代表纯溶剂的

蒸气压, x_2 表示溶质的摩尔分数。

根据 $\Delta p = p_1^\circ x_2$

$$\text{得 } x_2 = \Delta p / p_1^\circ \quad (1)$$

又因为溶剂水的分子量为 18

$$\therefore x_2 = m / [(1000/18) + m] \quad (2)$$

由 (1) 及 (2) 式得

$$\frac{m}{\frac{1000}{18} + m} = \frac{\Delta p}{p_1^\circ}$$

将已知数值代入上式

$$\frac{m}{\frac{1000}{18} + m} = \frac{23.76 - 23.45}{23.76}$$

$$m = 0.73$$

将 m 值代入下式:

$$\Delta t_{\text{沸}} = K_{\text{沸}} m = 0.51 \times 0.73 = 0.37^\circ\text{C}$$

此溶液的沸点为 $100 + 0.37 = 100.37^\circ\text{C}$

答: 溶液的重量摩尔浓度为 $0.73m$, 溶液的沸点为 100.37°C 。

13. 在含有 1000 克水的溶液中应含有多少克乙二醇 $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$, 方可把溶液的凝固点降到 -10°C 。

解: 设在 1000 克水溶液中应含有 x 克乙二醇, 而乙二醇的分子量为 62, 所以重量摩尔浓度 $m = x/62$,

已知 $\Delta t_{\text{凝}} = 10$, $K_{\text{凝}} = 1.86$, 代入下式

$$\Delta t_{\text{凝}} = K_{\text{凝}} m$$

$$10 = 1.86 \times \frac{x}{62}$$

$$x = 333 \text{克}$$

答：在 1000 克水溶液中应含有 333 克乙二醇，方可把溶液的凝固点降到 -10°C 。

14. 把 1.00 克硫溶于 20.0 克萘中，溶液的凝固点比纯萘低 1.28°C ，求硫的分子量。

解：设所求硫的分子量为 M ，则

$$m = \frac{1}{M} \times \frac{1000}{20}$$

查表 1-3 得 $K_{\text{凝}} = 6.8$ ， $\Delta t_{\text{凝}} = 1.28$

代入下式：

$$\Delta t_{\text{凝}} = K_{\text{凝}} m$$

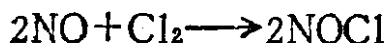
$$1.28 = 6.8 \times \frac{1}{M} \times \frac{1000}{20}$$

$$M = 266 \text{ (实验值)}$$

答：所求硫的分子量为 266。

第二章 化学反应速度与化学平衡

1. 根据实验, 在一定温度范围内, NO 和 Cl_2 的反应速率方程式可用下式表示:



(1) 写出该反应的质量作用定律表达式。

(2) 该反应的级数是多少?

(3) 其它条件不变, 如果将容器的体积增加到原来的 2 倍, 反应速度如何变化?

(4) 如果容器体积不变而将 NO 的浓度增加到原来的 3 倍, 反应速度又将怎样变化?

(5) 若已知在某瞬间, Cl_2 的浓度减少了 $0.003 \text{ 摩} \cdot \text{升}^{-1} \cdot \text{秒}^{-1}$, 分别写出用 NO 或用 NOCl 在该瞬间浓度的改变来表示的反应速度。

解: (1) 该反应的质量作用定律表达式为:

$$v = k[\text{NO}]^2[\text{Cl}_2]$$

(2) 该反应为三级反应 ($2+1=3$)

(3) 容器的体积增加到原来的两倍, 则

$$v = k\left[\frac{1}{2}\text{NO}\right]^2\left[\frac{1}{2}\text{Cl}_2\right] = \frac{1}{8}k[\text{NO}]^2[\text{Cl}_2]$$

即反应速度为原来的 $\frac{1}{8}$ 倍。

(4) NO的浓度增加到原来的3倍, 则

$$v = k[3\text{NO}]^2[\text{Cl}_2] = 9k[\text{NO}]^2[\text{Cl}_2]$$

即反应速度为原来的9倍

(5) 若 $v_{\text{Cl}_2} = 0.003 \text{ 摩} \cdot \text{升}^{-1} \cdot \text{秒}^{-1}$

根据 $2\text{NO} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{NOCl}$

$$v_{\text{NO}} = 0.006 \text{ 摩} \cdot \text{升}^{-1} \cdot \text{秒}^{-1}$$

$$v_{\text{NOCl}} = 0.006 \text{ 摩} \cdot \text{升}^{-1} \cdot \text{秒}^{-1}$$

2. 如果温度每升高 10°C , 反应速度增大一倍, 在 55°C 时反应进行速度比在 25°C 时要快多少? 在 100°C 时反应进行速度比在 25°C 时要快多少?

解: 根据题意, 温度每升高 10°C , 其反应速度增加到原来的2倍, 今温度升高 $55 - 25 = 30^\circ\text{C}$, 则该反应的速度增加到原来的 $2^3 = 8$ 倍。

又温度升高 $100 - 25 = 75^\circ\text{C}$, 则该反应的速度增加到原来的 $2^{7.5} = 181$ 倍。

答: 在 55°C 时反应进行速度比在 25°C 时要快8倍。在 100°C 时反应进行速度比在 25°C 时要快181倍。(这个方法得到的是粗略的近似值。这一规律有一定的局限性。)

*3. 根据实验结果, 在高温时焦炭中碳与二氧化碳的反应为



其活化能为 $40000 \times 4.184 \text{ 焦} \cdot \text{摩}^{-1}$, 计算自 900K 升高到 1000K 时, 反应速度的变化。

解: 已知 $\varepsilon = 40000 \times 4.184 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$, $T_1 = 900\text{K}$,

$T_2 = 1000\text{K}$, $R = 8.315 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

将以上值代入下式: