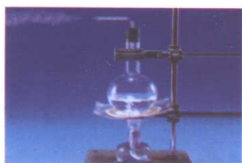


新编奥林匹克 化学

竞赛解题指导

主编：吴新民 副主编：曹振能



南京师范大学出版社

新编奥林匹克化学竞赛解题指导

(高中)

主 编 吴新民

副主编 曹振能

南京师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

新编奥林匹克化学竞赛解题指导：高中/吴新民主
编．—南京：南京师范大学出版社，1999

ISBN 7-81047-352-2/G·221

I. 新… II. 吴… III. 化学课—高中—解题
IV. G634.83

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 27096 号

南京师范大学出版社出版发行

(江苏省南京市宁海路 122 号 邮编 210097)

江苏省新华书店经销 南京京新印刷厂印刷

*

开本 850×1168 1/32 印张 11.25 字数 282 千

1999 年 11 月第 1 版 2001 年 7 月第 4 次印刷

印数：25001～31000

定价：13.00 元

(南京师大版图书若有印、装错误可向承印厂退换)

前 言

《新编奥林匹克竞赛指导》丛书面世以来,深得广大读者的喜爱,短短的时间内多次加印,初中、高中部分各有一本被评为“全国优秀教育畅销图书”。许多读者纷纷来信,称赞该书体例新颖,编排科学,内容精当,指导有方,同时,也希望能有一本较为详细的解题指导,使教师在实施教学训练时更为顺手,学生在课余自学时可以无师自通。应广大读者的要求,我们根据原指导书编写了这本《新编化学奥林匹克解题指导》。

本书与《新编化学奥林匹克竞赛指导》相配套,所选用的习题均来自“竞赛指导”中的相关栏目,最大的特点是详略得当,注意方法指导。对高中阶段选学内容的“能力题”,注重解答规范,题解过程简洁;对能够一题多解的习题,尽量列出各种解题思路和方法,读者可通过比较,体会其中的妙趣;对延伸拓展到大学阶段有关知识内容的解答尽量详尽,分析力求透彻。

由于本书的推出与《新编化学奥林匹克竞赛指导》第二版的修订同步进行,因而,吸收了近年来化学奥赛的新题,保留的典型题也作了进一步筛选。我们力求使本书能与先前推出的奥赛系列指导书一样成为精品、名品,但由于时间和水平所限,定会存在许多不足之处,希望广大师生在使用过程中提出指正意见,以便我们在再版重印时修正。

编 者

目 录

第一章	化学中的计量 溶液	(1)
第二章	气体	(23)
第三章	主族元素(一)	(36)
第四章	化学中的能量变化	(69)
第五章	原子结构 元素周期律	(84)
第六章	化学键与分子结构	(106)
第七章	主族元素(二)	(127)
第八章	化学反应速率	(145)
第九章	化学平衡	(155)
第十章	电解质溶液	(165)
第十一章	氧化还原反应及电化学	(199)
第十二章	过渡元素 配位化合物	(218)
第十三章	烃	(234)
第十四章	烃的衍生物	(265)
第十五章	糖类 蛋白质 高分子化合物	(309)
综合练习一		(324)
综合练习二		(339)

第一章 化学中的计量 溶液

【巩固练习】

1. 由 104.139g 银与硫反应得到 119.608g 硫化银, 另已知 60.251g 硫酸银含银 41.692g。若现只知道氧的相对原子质量为 16.00, 试求银和硫的相对原子质量。

解 根据题意及化学式得如下两个关系式:

$$\begin{array}{ccc} 2\text{Ag} & \text{——} & \text{Ag}_2\text{S} \\ 104.139\text{g} & & 119.608\text{g} \end{array} \quad (1)$$

$$\begin{array}{ccc} 2\text{Ag} & \text{——} & \text{Ag}_2\text{SO}_4 \\ 41.692\text{g} & & 60.251\text{g} \end{array} \quad (2)$$

设 41.692g 银与硫反应可生成硫化银的质量为 x 。

$$\begin{array}{ccc} 2\text{Ag} & \text{——} & \text{Ag}_2\text{S} \\ \frac{104.139\text{g}}{41.692\text{g}} & = & \frac{119.608\text{g}}{x} \end{array}$$

解之得: $x = 47.885\text{g}$

设 Ag 的摩尔质量为 y , S 的摩尔质量为 z 。

由化学式知 $1\text{molAg}_2\text{SO}_4$ 与 $1\text{molAg}_2\text{S}$ 的质量差为:

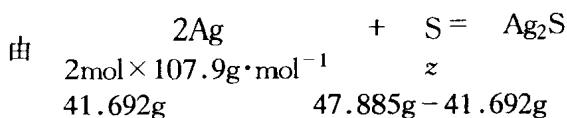
$$4\text{mol} \times 16.00\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} = 64.00\text{g}$$

由关系式 $2\text{Ag} \text{——} \text{Ag}_2\text{S} \text{——} \text{Ag}_2\text{SO}_4$

则: $2\text{Ag} \text{——} \Delta m(\text{Ag}_2\text{SO}_4 - \text{Ag}_2\text{S})$

$$\begin{array}{ccc} 2\text{mol} \times y & & 64.00\text{g} \\ 41.692\text{g} & & 60.251\text{g} - 47.885\text{g} \end{array}$$

$$y = \frac{41.692\text{g} \times 64.00\text{g}}{2\text{mol} \times (60.251\text{g} - 47.885\text{g})} = 107.9\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$\text{得 } z = \frac{2\text{mol} \times 107.9\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \times (47.885\text{g} - 41.692\text{g})}{41.692\text{g}} = 32.06\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

答:Ag,S的相对原子质量分别为 107.9,32.06。

2. 金属 X 生成的氰基络盐与赤血盐 $[\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 同形,且各络盐中各组分的质最分数(%)如下:

$\text{K} = 36.71, \text{X} = 16.29, \text{C} = 22.54, \text{N} = 24.46,$

$\text{K} = 35.5, \text{Fe} = 16.97, \text{C} = 21.89, \text{N} = 25.57.$

问 X 的相对原子质量为多少?

解 方法一

由题意知 X 所形成的氰基络盐化学式为 $\text{K}_3\text{X}(\text{CN})_6$ 。

设金属 X 的摩尔质量为 x 。

根据化学式及有关数据得:

在 1mol 的 $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ 中 K 的质量为:

$$1\text{mol} \times \frac{55.85\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}}{16.97\%} \times 35.5\%$$

在 1mol $\text{K}_3\text{X}(\text{CN})_6$ 中 K 的质量为:

$$1\text{mol} \times \frac{x}{16.29\%} \times 36.71\%$$

由于两者钾的量相等,所以:

$$1\text{mol} \times \frac{x}{16.29\%} \times 36.71\% = 1\text{mol} \times \frac{55.85\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}}{16.97\%} \times 35.5\%$$

$x = 51.84\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$,即相对原子质量为 51.84。

方法二

在同一化合物中各组分质量比等于其质量分数比。由化学式 $\text{K}_3\text{X}(\text{CN})_6$ 得:

$$\frac{3K}{X} = \frac{36.71}{16.29}$$

$$X = \frac{3 \times 39.10 \times 16.29}{36.71} = 52.02$$

说明：两种方法不同，误差不同。

3. 已知某无色晶体是含结晶水的复盐，依据下述条件计算并推导它的化学式。

(1) 该无色晶体 0.1mol 质量为 94.8g，先将这些晶体溶于一定量的蒸馏水中，然后加入过量氨水，将产生的白色氢氧化物沉淀过滤、洗涤、干燥，称得其质量为 15.6g。

(2) 所得沉淀物 15.6g 是 0.2mol，它恰能被 300mL 2mol·L⁻¹ 的盐酸溶解。

(3) 所得的滤液无色，焰色反应呈浅紫色（透过钴玻璃），经盐酸酸化后加了 BaCl₂ 溶液能产生白色沉淀，200mL 2mol·L⁻¹ 的 BaCl₂ 溶液恰能使其完全沉淀。

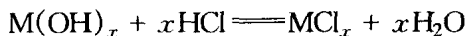
(4) 该无色晶体含结晶水 45.57%。

解 由题意(1)得该复盐的摩尔质量为：

$$\frac{94.8\text{g}}{0.1\text{mol}} = 948\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

设(2)中所生成的白色氢氧化物为 M(OH)_x，由(2)知 M(OH)_x 的摩尔质量 = $\frac{15.6\text{g}}{0.2\text{mol}} = 78\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

根据化学反应式



$$\frac{1}{0.2\text{mol}} = \frac{x}{0.3\text{L} \times 2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}}$$

解得： $x = 3$

所以 M(OH)_x 为 M(OH)₃。

根据 M(OH)₃ 的摩尔质量可求得 M 的相对原子质量为 27，

所以 M 为 Al。

根据 0.1mol 复盐可生成 $0.2\text{molAl}(\text{OH})_3$, 得 1mol 复盐中含 $\text{Al}^{3+} 2\text{mol}$ 。

(3) 焰色反应证明复盐中含 K 元素, 由实验现象又知含 SO_4^{2-} 。

$$n(\text{SO}_4^{2-}) = n(\text{BaCl}_2) = 2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.2\text{L} = 0.4\text{mol}$$

即可知 1mol 复盐中含 $\text{SO}_4^{2-} 4\text{mol}$ 。

(4) 1mol 复盐中含结晶水的物质的量为:

$$\frac{948\text{g} \times 45.57\%}{18\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 24\text{mol}$$

1mol 复盐中含 K^+ 的物质的量:

$$\frac{948\text{g} - (27\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 2\text{mol} + 98\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 4\text{mol} + 948\text{g} \times 45.57\%)}{39\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} =$$

2mol

所以该复盐的化学式为 $\text{K}_2\text{Al}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ 。

4. 铼是锰的同族元素, 元素符号为 Re, 可形成 +7 价的高铼酸 HReO_4 和高铼酸盐。高铼酸在乙酸溶液中与 HCl 及三苯基膦 $\text{P}(\text{C}_6\text{H}_5)_3$ 反应得到一种化合物。通过元素分析, 知道该化合物中下列各元素的质量分数为 Re 占 22.34%, Cl 占 12.79%, P 占 7.45%, C 占 51.89%, H 占 3.60%。

(1) 若化合物中每个分子只含一个 Re 原子, 写出该化合物的化学式。

(2) 在该化合物中 Re 呈几价?

(3) 写出该化合物可能具有的分子结构式。

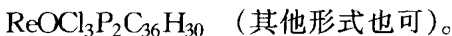
(4) 写出生成该化合物的化学方程式。

解 由题意得, 化合物中氧的质量分数为:

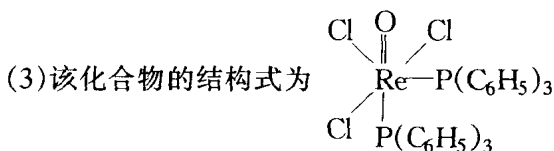
$$1 - (22.34\% + 12.79\% + 7.45\% + 51.89\% + 3.60\%) = 1.93\%$$

$$\text{则 } n(\text{Re}) : n(\text{Cl}) : n(\text{P}) : n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = \frac{22.34\%}{186.2} : \frac{12.79\%}{35.45} : \frac{7.45\%}{30.97} : \frac{51.89\%}{12.01} : \frac{3.60\%}{1.008} : \frac{1.93\%}{16.00} = 1 : 3 : 2 : 36 : 30 : 1$$

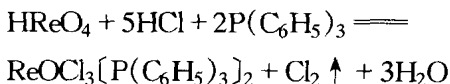
(1) 由上可知该化合物的化学式可以为:



(2) 由于 $\text{P}(\text{C}_6\text{H}_5)_3$ 为配体, 价态不变, 所以可写为 $\text{ReOCl}_3[\text{P}(\text{C}_6\text{H}_5)_3]_2$, 故 Re 为 +5 价。



(4) 生成该化合物的化学方程式为:



5. 取 2.5g KClO_3 粉末置于冰水冷却的锥形瓶中, 加入 5.0g 研细的 I_2 , 再注入 3mL 水, 不断振荡并在 45min 内分批加入 9~10mL 浓 HCl , 直到 I_2 完全消失为止(整个反应过程保持在 40° 以下)。将锥形瓶置于冰水中冷却得到橙黄色的晶体 A。

将少量 A 分别和 KI 、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 、 H_2S 等溶液反应均首先生成 I_2 。酸性 KMnO_4 可将 A 氧化, 得到的反应产物是无色的溶液。

(1) 写出 A 的化学式, 写出上述制备 A 的化学方程式。

(2) 写出 A 受热分解的化学方程式。

(3) 写出 A 和 KI 反应的化学方程式。

解 (1) 由题意知 $n(\text{KClO}_3) : n(\text{I}_2) \approx 1 : 1$ 。

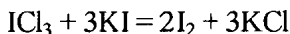
又根据题中 A 的化学性质, 可知 A 的化学式为 ICl_3 , 制备 A 的化学方程式为:



(2)A 受热分解的化学方程式为:



(3)A 与 KI 反应的化学方程式为:



6. 19 世纪中期,某化学家为了测定元素 X 的摩尔质量而选择了如下的方法:他制备了含有元素 X 的 4 种化合物 A、B、C、D,并测定了每种化合物中 X 的质量分数。在 250℃ 时,4 种化合物都是气态。将它们分别转移至预先抽成真空的 4 个等容积的烧瓶中,直到每个烧瓶内的压强都达到 $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$,然后称每个烧瓶的质量,减去空瓶的质量可得到烧瓶内气体的质量。用氮气重复这一过程,得到如下数据表:

气 体	气体的质量(g)	气体中 X 元素的质量分数(%)
N_2	0.652	
A	0.849	97.4
B	2.398	68.9
C	4.851	85.1
D	3.583	92.2

请通过计算后确定元素 X 可能的摩尔质量(要求写出推算过程)。

$$\text{解 } n(\text{N}_2) = \frac{m(\text{N}_2)}{M(\text{N}_2)} = \frac{0.652\text{g}}{28.02\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.0233\text{mol},$$

根据阿伏加德罗定律得:

$$n(\text{A}) = n(\text{B}) = n(\text{C}) = n(\text{D}) = n(\text{N}_2) = 0.0233\text{mol}.$$

所以 1molA 中含 X 的质量为:

$$\frac{0.849\text{g}}{0.0233\text{mol}} \times 1\text{mol} \times 97.4\% = 35.5\text{g}.$$

同理, 1molB 中含 X 为 70.9g,

1molC 中含 X 为 177.2g,

1molD 中含 X 为 141.8g。

因为 1mol 化合物中, 必含有 1mol 或 $n\text{mol}$ (n 为整数) X 原子。因此由 A、B、C、D 中 X 元素质量差的最大公约数 35.5 (平均值), 可推得 X 原子的摩尔质量可能为 $35.5\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ (其他整分数不能排除)。

7. 试根据阿伏加德罗定律证明在同温同压下, 一种气体的密度与空气密度之比等于该气体的相对分子质量与空气的平均相对分子质量之比, 即 $\frac{d_{\text{气}}}{d_{\text{空气}}} = \frac{M_{\text{气}}}{29}$ (空气中各气体的体积组成: N_2 占 78%, O_2 占 21%, Ar 占 1%)。

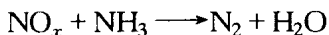
解 $M(\text{空气}) = 28 \times 78\% + 32 \times 21\% + 40 \times 1\% = 29$,

因为 $d = \frac{m}{V}$,

所以, 在同温同压下:

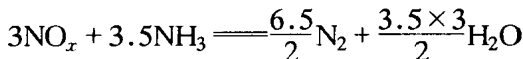
$$\frac{d(\text{气})}{d(\text{空气})} = \frac{m(\text{气})/V}{m(\text{空气})/V} = \frac{M(\text{气})}{M(\text{空气})} = \frac{M(\text{气})}{29}。$$

8. 工业废气中氮氧化物是造成大气污染的主要来源, 为了治理污染, 工业上通常通入 NH_3 与废水发生下列反应:



现有 NO 和 NO_2 的混合气体 3L, 恰好与同温、同压下的 3.5L NH_3 完全反应生成 N_2 , 试求原混合气体中 NO 和 NO_2 的物质的量之比。

解 根据题意和质量守恒定律得反应式:



根据氧原子守恒, 得方程:

$$3x = \frac{3.5 \times 3}{2} \quad x = 1.75$$

方法一 设原混合气体的物质的量为 $3a$, 其中 NO 的物质的量为 P , NO_2 为 Q 。

则 $P + Q = 3a$ (N 原子数守恒),

$P + 2Q = 3a \times 1.75$ (O 原子数守恒)。

解之得 $P = 0.75a$, $Q = 2.25a$,

$P:Q = 0.75a:2.25a = 1:3$ 。

方法二 根据氧原子数, 用十字交叉法得:

$$\begin{array}{ccc} \text{NO} & 1 & 0.25 \\ & \diagdown & \diagup \\ & 1.75 & \\ & \diagup & \diagdown \\ \text{NO}_2 & 2 & 0.75 \end{array} \quad \text{——} = \frac{1}{3}$$

所以原混合气体中 NO 、 NO_2 的物质的量之比 $1:3$ 。

9. 分子的相对质量为 M , 化学式为 A 的物质(不含结晶水), 在温度 $t_1^\circ\text{C}$ 时, 用 $W\text{g}$ 水配制成饱和溶液, 该溶液中若按物质的量计算, A 占 $a\%$, 问:

(1) $t_1^\circ\text{C}$ 时该物质的溶解度为多少?

(2) 当温度降至 $t_2^\circ\text{C}$ 时, 析出 $A \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 结晶多少克? (已知 $t_2^\circ\text{C}$ 时每克水中能溶解 $S\text{g}$ 该物质)

(3) $t_2^\circ\text{C}$ 时, 剩余溶液的溶质质量分数为多少?

(4) 若 A 是 Na_2CO_3 , 将 $t_1 = 373\text{K}$, $W = 180\text{g}$, $a\% = 6.96\%$, $t_2 = 393\text{K}$, $S = 0.220\text{g}$, $n = 10$, 分别代入(1)、(2)、(3)题所得关系式中, 得到什么结果?

解 (1) 设 $t_1^\circ\text{C}$ 时 A 的溶解度为 S_1 , 在 $t_1^\circ\text{C}$ 时 $W\text{g}$ 水中溶解物质 A 的质量为 m 即形成饱和溶液。

根据题意得:

$$a\% = \frac{\frac{m/M\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}}{m} \times 100\%}{\frac{m}{M\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}} + \frac{W\text{g}}{18\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}}}$$

$$\text{则 } m = \frac{WMa}{18(100-a)} \text{ g}$$

$$\text{所以 } S_1 = \frac{m}{W} \times 100\text{g} = \frac{100Ma}{18(100-a)} \text{ g}$$

(2) 设当温度降至 $t_2^\circ\text{C}$ 时, 析出 $A \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 的晶体的质量为 m' , 剩余溶液中水的质量为 $W(\text{H}_2\text{O})$ 。

$$m = S \cdot W(\text{H}_2\text{O}) + \frac{m'M}{M+18n} \quad ①$$

$$W = W(\text{H}_2\text{O}) + \frac{18m'}{M+18m} \quad ②$$

$$\text{解之得: } m' = \frac{M+18n(m-SW)}{M-18nS} \text{ g}$$

(3) $t_2^\circ\text{C}$ 时, 剩余溶液的溶质质量分数为:

$$W\% = \frac{SW(\text{H}_2\text{O})}{SW(\text{H}_2\text{O}) + W(\text{H}_2\text{O})} \times 100\% = \frac{S}{1+S} \times 100\%$$

$$(4) ① m = \frac{180 \times 106 \times 6.96}{18(100-6.96)} = 79.3(\text{g})$$

$$S_1 = \frac{100 \times 106 \times 6.96}{18(100-6.96)} = 44.1(\text{g})$$

$$② m_1 = \frac{106 + 18 \times 10(79.3 - 0.220 \times 180)}{106 - 18 \times 10 \times 0.220} = 109(\text{g})$$

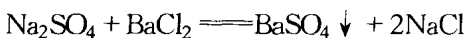
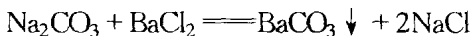
$$③ W\% = \frac{S}{1+S} \times 100\% = \frac{0.220}{1+0.220} \times 100\% = 18.0\%$$

10. 取 50.0mL Na_2CO_3 和 Na_2SO_4 的混合溶液, 加入过量 BaCl_2 溶液后得到 14.51g 白色沉淀, 用过量稀硝酸处理后沉淀量减少到 4.66g, 并有气体放出, 试计算:

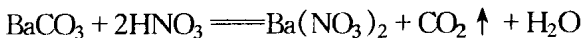
(1) 原混合溶液中 Na_2CO_3 和 Na_2SO_4 的物质的量浓度。

(2) 产生的气体在标准状况下的体积。

解 (1) 向混合溶液中加入过量 BaCl_2 溶液, 发生的化学反应有:



用过量稀 HNO_3 处理沉淀, 发生反应:



根据题意得:

$$m(\text{BaSO}_4) = 4.66\text{g}$$

$$m(\text{BaCO}_3) = 14.51\text{g} - 4.66\text{g} = 9.85\text{g}$$

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = n(\text{BaSO}_4) = \frac{4.66\text{g}}{233\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 0.0200\text{mol}$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{BaCO}_3) = \frac{9.85\text{g}}{197\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 0.0500\text{mol}$$

$$c(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{0.0200\text{mol}}{0.0500\text{L}} = 0.400\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

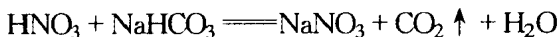
$$c(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{0.0500\text{mol}}{0.0500\text{L}} = 1.00\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

$$(2) n(\text{CO}_2) = n(\text{BaCO}_3) = 0.0500\text{mol}$$

$$V(\text{CO}_2) = 22.4\text{L}\cdot\text{mol}^{-1} \times 0.0500\text{mol} = 1.12\text{L}$$

11. 在 10°C 时, 向 $100\text{g} 25.2\%$ 的稀硝酸中先后加入固体碳酸氢钠和氢氧化钠共 20.4g , 恰好完全反应。把所得溶液蒸发掉 39.5g 水后, 刚好成为饱和溶液。求此溶液中溶质的质量以及该溶质在 10°C 时的溶解度各是多少?

解 根据题意知, 发生的反应为:



由此可知反应中各物质之间物质的量的关系为:

$$n(\text{HNO}_3) = n(\text{NaNO}_3) = n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{100\text{g} \times 25.2\%}{63\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 0.40\text{mol}$$

所以饱和溶液中含溶质 NaNO_3 的质量为:

$$85\text{g}\cdot\text{mol}^{-1} \times 0.40\text{mol} = 34\text{g}$$

饱和溶液中水的质量为:

$$100\text{g} \times (1 - 25.2\%) + 18\text{g}\cdot\text{mol}^{-1} \times 0.4\text{mol} - 39.5\text{g} = 42.5\text{g}$$

在 10℃ 时 NaNO_3 的溶解度为:

$$\frac{34\text{g}}{42.5\text{g}} \times 100\text{g} = 80\text{g}$$

12. 已知甘油的相对分子质量是 92, 若在 30g 水中溶有 1.5g 甘油, 计算该溶液的沸点。

解 该甘油水溶液的质量摩尔浓度为:

$$m_b = \frac{1.5\text{g}/92\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}}{0.030\text{kg}} = 0.54\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}$$

沸点上升数 Δt_b 为:

$$\Delta t_b = K_b \cdot m_b = 0.512 \times 0.54 = 0.28(^{\circ}\text{C})$$

该溶液的沸点为: $100^{\circ}\text{C} + 0.28^{\circ}\text{C} = 100.28^{\circ}\text{C}$

13. 有一种蛋白质, 估计它的相对分子质量在 12000 ~ 15000 之间, 试通过计算回答用稀溶液的哪一种依数性来测定该蛋白质的相对分子质量的方法最好。

解 假设蛋白质的相对分子质量为 12000, 称取 2.00g 该蛋白质样品溶于 100g 水中, 分别计算在 20℃ 时 ΔP , Δt_b , Δt_f 和 π 值。

(1) 计算蒸气压下降 ΔP :

已知 20℃ 时水的饱和蒸气压为 17.5mmHg。

$$\Delta P = P_{\text{剂}}^0 X_{\text{质}} = 17.5 \times \frac{\frac{2.00}{12000}}{\frac{2.00}{12000} + \frac{100}{18}} = 5.23 \times 10^{-4} \text{mmHg}$$

(2) 计算沸点升高 Δt_b :

$$\Delta t_b = K_b m_b = 0.51 \times \frac{2.00}{12000} \times \frac{1000}{100} = 8.5 \times 10^{-4}^{\circ}\text{C}$$

(3) 计算凝固点降低 Δt_f :

$$\Delta t_f = K_f m_b = 1.86 \times \frac{2.00}{12000} \times \frac{1000}{100} = 3.2 \times 10^{-3}^{\circ}\text{C}$$

(4) 计算溶液的渗透压 π :

蛋白质的稀溶液的密度近似为 $1\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$, 溶液的物质的量浓度为:

$$c = \frac{2.00}{12000} \times \frac{1000}{100 \times 1} = 1.67 \times 10^{-3} \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

$$\pi = cRT = 1.67 \times 10^{-3} \times 0.082 \times (273 + 20) = 0.040 \text{atm}$$

析算为 mmHg 时的渗透压 π 为:

$$\pi = 0.040 \times 760 = 30.4 \text{mmHg}$$

假定蛋白质相对分子质量为 12000, 将 2g 蛋白质溶于 1000g 水中, 所得 ΔP 为 $5.23 \times 10^{-4} \text{mmHg}$, Δt_b 为 $8.5 \times 10^{-4}^\circ\text{C}$, Δt_g 为 $3.2 \times 10^{-3}^\circ\text{C}$, 均近似于零, 极难精确测定, 实验误差很大; π 值却不相同, 为 30.4mmHg, 所以, 用渗透压法测量蛋白质的分子量最好。

14. 萘和二苯胺 ($M = 169$) 形成共熔混合物, 当 18.43g 萘中加入 1.268g 低共熔混合物后, 熔融物的冰点降低 1.89K。若萘的摩尔冰点降低常数为 $6.78\text{K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$, 求低共熔混合物中萘的质量分数。

解 设 x 为 1.268g 低共熔混合物中所含萘的质量。

根据 $\Delta T = K_{fm}$, 则有:

$$1.89 = 6.78 \times \frac{\frac{1.268 - x}{169}}{18.43 + x} \times 1000$$

解得: $x = 0.3817\text{g}$

故低共熔混合物中萘所占的质量分数为:

$$\frac{0.3817}{1.268} \times 100\% = 30.1\%$$

15. 某洗衣店的含磷酸盐废水经澄清池沉淀后排入附近的湖中, 该废水带入水域中的磷酸盐是藻类生长的制约因素。

(1) 通过定量分析得知海藻的生成物组成为(质量分数):

C: 35.80%, O: 49.50%, P: 0.87%, H: 7.37%, N: 6.31%, 求