

TI DIAN

大学化学 题典 (第二版)

● 樊行雪 主编



上海交通大学出版社

06-44
35-2

大学化学题典

55/59

(第二版)

主编 樊行雪

江苏工业学院图书馆
藏书章

上海交通大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

大学化学题典 / 樊行雪主编. — 2 版. — 上海: 上海交通大学出版社, 2004

ISBN 7-313-03051-7

I. 大... II. 樊... III. 化学 - 高等学校 - 习题
IV. O6-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 027532 号

大学化学题典

(第二版)

樊行雪 主编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 877 号 邮政编码 200030)

电话: 64071208 出版人: 张天蔚

上海颀辉印刷厂印刷 全国新华书店经销

开本: 880mm × 1230mm 1/32 印张: 22.75 插页 8 字数: 650 千字

2002 年 9 月第 1 版 2004 年 9 月第 2 版 2004 年 9 月第 2 次印刷

印数: 4051-9100

ISBN7-313-03051-7/0 · 145 定价: 31.00 元

版权所有 侵权必究

前 言

学生通过感知而获得的书本知识,往往只是一种外在的知识,要使之转化成智能,必须经过思维器官的深入思索,而解题过程正是一种积极思维的过程。通过解题可起到运用知识、巩固知识、加深知识和拓展知识的目的,也是培养学生具备科学思维方法和解决实际问题能力的有效途径之一。基于上述的指导思想和目标,我们编写了《大学化学题典》以供广大读者使用。在本书编写过程中,作者参阅了国内外大量化学书籍,结合自己的教学经验,注重了知识的应用性以及学生在掌握知识和解题过程中常见的错误等问题。

本题典具有以下特点:

(1) 包含面广。这是一本高校基础化学方面的综合性的题典。内容涉及普化、无机化学、分析化学和有机化学,共 1 600 题。以三个层次的教学基本要求,编写了适合不同层次学生需求的题目。如在无机篇中,包含了普化、工科无机化学、理科无机化学要求的题目。用一般、较难(加 * 题)和难题(加 * * 题)表示。在分析篇和有机篇中包含工科和理科的要求,分别用一般和难题(加 * 题)表示。

(2) 题目类型多。在无机篇和分析篇中有选择题、填空题、计算题和问答题四类。在有机篇中有命名及结构式、完成反应式、基本概念题、机理题、合成题、推测结构题和鉴别分离题七类。

(3) 解题的思路开拓。除了有解题分析、解答外,还有错解及分析,使学生不仅了解正确的解题方法,更能从解题思路中学会思维分析问题的方法,掌握解题技巧和能力,从错误分析中了解常见错误的出现原因,澄清概念,避免重犯。

(4) 为方便读者,每题后有[解答],有的[解答]前有[分析],[解答]后有[错解及分析]。[分析]、[解答]、[错解及分析]都是用小号字

体排印。最后编排了附录,以供查阅。

本题典由樊行雪主编,参编无机篇和分析篇的有方国女、李梅君、王燕、陈娅如、张敏、胡军、王娟、樊行雪;参编有机篇的有肖繁花、奚关根、赵长宏、高建宝、郑世红、田中玉、薛晓莺、蔡良珍;张敏整理了全书附录。全书由樊行雪、方国女、肖繁花、奚关根统稿。

限于编者水平及编写时间,故书中难免有考虑不周甚至错误之处,恳请读者给予批评和指正。

编 者

再版前言

《大学化学题典》自2002年9月由上海交通大学出版社正式出版以来,得到了广大读者的肯定。他们认为本书不仅提供了大量题解的典型范例,而且也能指出解题思路和规范化的题解方法。对帮助读者更好地巩固知识和运用知识起到了一定的作用。同时读者对本书能集无机化学、分析化学和有机化学的习题于一书的编排方式表示认可,认为给读者阅读带来了方便。另外,从爱护本书的角度出发,也对本书的选题、编排、印刷等方面提出了不少宝贵的建设性的意见。为此,我们遵循与时俱进的指导思想,对《大学化学题典》第一版做了修订,推出《大学化学题典》(第二版)。

本次修定的原则是在保持《大学化学题典》第一版编写的特色的基础上,对全书包括一些细节,做进一步的精练和修改。重新全面审核了选题的确切性和典型性。并对解题思路和解答的叙述做了进一步的精练,力求使读者在阅读时能更清晰、明了和易懂,也调整了整书的排版,使之更加规范和合理。力图使本书质量得到进一步的提高。能更好地为读者服务。

《大学化学题典》(第二版)与广大读者见面了,恳请广大读者在使用过程中,能对本书中的不妥当之处或错误之处给于批评和指正。

编 者

目 录

无机篇

I	物质聚集状态.....	3
II	化学热力学基础	21
III	化学动力学基础	57
IV	离子平衡	72
V	氧化还原平衡、电化学	107
VI	配位化合物.....	151
VII	原子结构.....	173
VIII	分子结构和晶体结构.....	184
IX	非金属元素.....	198
X	主族元素.....	225
XI	过渡元素.....	239

分析篇

I	酸碱滴定法.....	259
II	氧化还原滴定法.....	282
III	配合滴定法.....	304
IV	电位分析法.....	331
V	吸光光度法.....	351
VI	气相色谱法.....	365

有机篇

I	绪论.....	383
II	烷烃.....	386

III	烯烃.....	392
IV	脂环烃.....	401
V	炔烃、二烯烃	421
VI	对映异构.....	437
VII	芳烃.....	458
VIII	卤代烃.....	479
IX	醇、酚、醚.....	497
X	醛、酮	524
XI	羧酸及其衍生物.....	547
XII	碳负离子及其在合成中的应用.....	575
XIII	含氮化合物.....	601
XIV	杂环化合物.....	627
XV	生物有机分子.....	648
XVI	有机波谱分析	667
XVII	有机合成	678
	附录.....	698

无 机 篇

I 物质聚集状态

一、选择题

1. 在一密闭容器中,以 1:3 的体积比装入 N_2 和 H_2 ,当温度在 773K,压力为 15MPa 时,系统达到平衡。此刻 NH_3 的体积分数为 45%。则此刻 NH_3, N_2, H_2 的分压(MPa)分别为 ()

(1) 6.8, 9.6, 47.6 (2) 6.8, 2.1, 6.3

(3) 6.8, 2.1, 6.2 (4) 6.8, 1.4, 9.6

[解答] (3)。设 N_2 与 H_2 起始量各为 1 和 3,反应生成 NH_3 为 $2x$,则平衡时 $n_g = 4 - 2x, x_{NH_3} = \frac{2x}{4-2x} = 0.45$,在此, NH_3 的体积分数即为摩尔分数,则 $x = 0.62$ 。

$$x_{N_2} = \frac{1-x}{4-2x} = 0.14, \quad x_{H_2} = \frac{3-3x}{4-2x} = 0.41。$$

故

$$p_{NH_3} = p_g \cdot x_{NH_3} = 6.8 \text{ MPa},$$

$$p_{N_2} = p_g \cdot x_{N_2} = 2.1 \text{ MPa},$$

$$p_{H_2} = p_g \cdot x_{H_2} = 6.2 \text{ MPa}。$$

2. 实际气体接近理想气体的条件是 ()

(1) 高温低压 (2) 低温低压 (3) 高温高压 (4) 低温高压

[解答] (1)。

* * 3. 若将 0.035 0g 固态有机物与 0.503g 樟脑熔融混合,测得熔点为 162.0℃,已知樟脑的熔点是 178.0℃, $K_f = 40.0 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则有机物的相对分子质量 $M_{r,有}$ ①是 ()

① 本书中 A_r 为相对原子质量, A 为原子摩尔质量; M_r 为相对分子质量, M 为分子摩尔质量。如: M_{r,HNO_3} 是表示 HNO_3 的相对分子质量。其余依次类推。

(1) 180

(2) 210

(3) 174

(4) 35

【解答】 (3)。根据 $\Delta T_f = K_f \cdot m = K_f \cdot \frac{W_A}{M_{\text{B}} \cdot W_B}$, (A 是溶质, B 是溶剂)

$$M_{\text{B}} = \frac{K_f \cdot W_A}{\Delta T_f \cdot W_B} = \frac{40.0 \times 0.0350 \times 1000}{(178 - 162) \times 0.503} = 174 (\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})。$$

即有机物的相对分子质量为 174。

** 4. 现有一定浓度的蔗糖溶液, 在 -0.25°C 时结冰。已知在 298K 时纯水的蒸气压为 3.130kPa, 水的 $K_f = 1.86\text{K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则该蔗糖溶液在上述温度下的渗透压(kPa)为 ()

(1) 600

(2) 180

(3) 332

(4) -332

【解答】 (3)。根据 $\pi = CRT, C \approx m, m = \frac{\Delta T_f}{K_f} = \frac{0.25}{1.86} = 0.134$, 则

$$\pi = 0.134 \times 8.314 \times 298 = 332 (\text{kPa})。$$

** 5. 在 15°C , 101.33kPa 下将 3.00L 干空气缓慢通入 CS_2 液体中, 通气前后 CS_2 液体失重 4.53g, 则 CS_2 液体在此温度下的饱和蒸气压(kPa)为 ()

(1) 38.6

(2) 32.3

(3) 45.3

(4) 25.6

【解答】 (2)。据 CS_2 液体失重的量求出 n_{CS_2} , 然后根据分压定律求出 p_{CS_2} 。

$$n_{\text{CS}_2} = \frac{m_{\text{CS}_2}}{M_{\text{CS}_2}} = \frac{4.53}{76.15} = 0.0595 (\text{mol}),$$

$$n_{\text{空气}} = \frac{pV}{RT} = \frac{101.33 \times 10^3 \times 3.00 \times 10^{-3}}{8.314 \times 288} = 0.127 (\text{mol}),$$

故 $p_{\text{CS}_2} = x_{\text{CS}_2} p_{\text{总}} = \frac{n_{\text{CS}_2}}{n_{\text{总}}} \cdot p_{\text{总}} = \frac{0.0595}{0.0595 + 0.127} \times 101.33 = 32.3 (\text{kPa})。$

6. 现有一瓶硫酸溶液, 其质量分数为 98%, 则其物质的量分数应为 ()

(1) 0.5

(2) 0.98

(3) 0.90

(4) 0.80

【解答】 (3)。设有 100g 浓 H_2SO_4 , 则含 H_2SO_4 的物质的量

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{100 \times 98\%}{98.08} = 1.0 \text{mol},$$

H_2O 的物质的量

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{2}{18.01} = 0.11 (\text{mol}),$$

故

$$x_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{1.0}{1.0 + 0.11} = 0.90。$$

7. SiC 晶体是属于 ()

(1) 分子晶体 (2) 离子晶体 (3) 原子晶体 (4) 金属晶体

[解答] (3)。

8. 现有 1mol 理想气体,若它的密度为 d ,分子摩尔质量为 M ,在 $T(K)$ 温度下体积为 $V(L)$,则下述关系正确的是 ()

(1) $pV = (M/d)RT$ (2) $pVd = RT$

(3) $pV = (d/n)RT$ (4) $pM/d = RT$

[解答] (4)。

9. 已知 10°C 水的蒸气压为 1.227kPa ,在 10°C 、 101.3kPa 下,于水面上收集到 1.5L 某气体,则该气体的物质的量(mol)为 ()

(1) 1.32×10^{-3} (2) 7.82×10^{-4}

(3) 6.38×10^{-2} (4) 6.46×10^{-2}

[解答] (3)。 $n = \frac{pV}{RT} = \frac{(101.33 - 1.227) \times 1.5}{8.314 \times 283}$

$= 6.38 \times 10^{-2} (\text{mol})$ 。

10. 经实验测定可知液态溴在 298K 时的饱和蒸气密度为 $1.94\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$,现已知溴的相对原子质量为 79.904 ,则液溴在上述温度下的蒸气压(kPa)为 ()

(1) 60.16 (2) 120.32 (3) 0.06 (4) 30.08

[解答] (4)。 $p = \frac{nRT}{V} = \frac{dRT}{M}$

$= \frac{1.94 \times 8.314 \times 298}{79.904 \times 2} = 30.08 (\text{kPa})$ 。

11. 改变温度和压力,可使空气液化,则使空气液化应采取的正确措施是 ()

(1) 升温升压 (2) 降温降压 (3) 降温升压 (4) 升温降压

[解答] (3)。

12. 已知在标准压力下,固态苯的熔点为 5.5°C ,密度为 $1.0\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$ 而液态苯的密度为 $0.90\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$,则当压力上升为 1013.3kPa 时,苯的熔点为 ()

(1) 5.5°C (2) 稍低于 5.5°C (3) 稍高于 5.5°C (4) 无法估计

[解答] (3)。

二、填空题

1. 某气体 AB 在高温下可建立如下平衡: $AB_{(g)} \rightleftharpoons A_{(g)} + B_{(g)}$ 。现于 400K, 101.33kPa 条件下, 将 3mol AB 气体置于密闭容器中加热, 当温度达到 750K 时, 经测试有 40.0% AB 气体已离解, 则系统内部压力为 _____ kPa。

[解答] 114

根据

$$\frac{p_1}{n_1 T_1} = \frac{p_2}{n_2 T_2},$$

(其中 $n_1 = 3.00\text{mol}$, $n_2 = 1.80\text{mol}$)

$$p_2 = \frac{p_1 n_2 T_2}{n_1 T_1} = \frac{101.33 \times 1.80 \times 750}{3.00 \times 400} = 114(\text{kPa})。$$

2. 范德华方程式中, a 是用以校正实际气体 _____ 造成的压力 _____ 的系数, 而 b 是用以校正实际气体 _____ 而造成压力 _____ 的系数。

[解答] 分子间引力 减小 分子自身体积 增加

3. 0°C 的定义是 _____。

[解答] 标准气压下, 被空气饱和了的水与冰处于平衡时的温度

* 4. 在 298K 时, 液态 SO_2 的蒸气压为 0.38MPa, 而 SO_2 的临界温度为 430K, 临界压力为 7.8MPa, 试问当处于温度为 298K 而压力为 0.1MPa 条件时, SO_2 处于 _____ 状态。

[解答] 气体 应根据给出数据、结合 SO_2 三相图得出结果。

5. 现有固态的物质, Pt, KCl, H_2S , AlN, SO_2 , 它们的晶体类型分别为 _____, _____, _____, _____, _____。

[解答] 金属晶体 离子晶体 分子晶体 原子晶体 分子晶体

* 6. 当在实际气体中分子间吸引力起主要作用时, 压缩因子为 _____。

[解答] $Z < 1$

7. 若将 3L N_2 和 4L H_2 于 298K, 101.33kPa 条件下充入一个

15L 的容器内,经充分混匀后,则混合气体中 N_2 的分压为 _____ kPa, H_2 的分压为 _____ kPa。

[解答] 20.27 27.02

根据 $p_i = \frac{p_{\text{总}} V_i}{V_{\text{总}}}$, 可分别有:

$$p_{N_2} = \frac{101.33 \times 3}{15} = 20.27 (\text{kPa}),$$

$$p_{H_2} = \frac{101.33 \times 4}{15} = 27.02 (\text{kPa}).$$

8. 在 298K, 101.33kPa 的条件下将 6L 的 N_2 和 3L 的 O_2 充入一个 15L 的容器中混合均匀,则混合气体中的 N_2 的分体积为 _____ L, O_2 的分体积为 _____ L。

[解答] 10 5

$$V_{N_2} = \frac{6}{6+3} \times 15 = 10 (\text{L}),$$

$$V_{O_2} = \frac{3}{6+3} \times 15 = 5 (\text{L}).$$

9. 已知在标准态下氧气的密度为 $1.43 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, 现将温度升至 25°C , 压力为 350kPa 时, 则 O_2 的密度为 _____ $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

[解答] 4.52

$$d_2 = d_1 \times \frac{T_1}{T_2} \times \frac{p_2}{p_1} = 1.43 \times \frac{273}{298} \times \frac{350}{101.33} = 4.52 (\text{g} \cdot \text{L}^{-1}).$$

* 10. 现在 150mL, 32% 的 HNO_3 溶液 (密度为 $1.20 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$) 中加入 580mL 水, 配成新的 HNO_3 溶液的密度为 $1.03 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$, 则此溶液的物质的量浓度 c 为 _____, 质量分数 w 为 _____。

[解答] $1.24 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 7.58%

$$\text{物质的量浓度 } c = \frac{(150 \times 1.20 \times 32\%) / 63.01}{(580 \times 1 + 150 \times 1.20) / 1.03} \times 1000$$

$$= 1.24 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1});$$

$$\text{质量分数 } w = \frac{150 \times 1.20 \times 32\%}{580 \times 1 + 150 \times 1.20} \times 100\% = 7.58\%.$$

* 11. 在某温度下, 液体 A 和液体 B 的蒸气压分别为 300Pa 和 400Pa, 当等物质量的两种液体相互混合组成理想溶液时, 此溶液的总蒸气压为 _____ Pa。

[解答] 350

$$p_{\text{总}} = x_A p_A^0 + x_B p_B^0 = 0.5 \times 300 + 0.5 \times 400 = 350 (\text{Pa})。$$

* 12. 按标准状态折算, 在 273K, 0.233kPa 时, 在 100g 水中可溶解 2.01×10^{-6} L 氮。则在 96.8kPa 时, 20 000g 水中可溶解的氮量为 _____ g。(已知氮的相对原子质量为 20.18)

[解答] 0.15

根据 $pV = nRT$, 则

$$n = \frac{101.33 \times 2.01 \times 10^{-6}}{8.314 \times 273} = 8.97 \times 10^{-8} (\text{mol}),$$

即

$$8.97 \times 10^{-8} \times 20.18 = 1.81 \times 10^{-6} (\text{g}),$$

$$S = 1.81 \times 10^{-6} \times \frac{20\,000}{100} \times \frac{96.8}{0.233} = 0.15 (\text{g}).$$

* 13. 现将 150g 三氯甲烷 ($M_{\text{r,CHCl}_3} = 119.38$) 溶于 500g 水中。若已知水的 $K_b = 0.512 \text{K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$, $K_f = 1.86 \text{K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则该溶液沸点上升 _____ K, 凝固点下降 _____ K。

[解答] 1.29 4.67

$$\text{因} \quad m_{\text{CHCl}_3} = \frac{150}{\frac{119.38}{500 \times 10^{-3}}} = 2.51 (\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}),$$

故

$$\Delta T_b = K_b \cdot m_{\text{CHCl}_3} = 0.512 \times 2.51 = 1.29 (\text{K}),$$

$$\Delta T_f = K_f \cdot m_{\text{CHCl}_3} = 1.86 \times 2.51 = 4.67 (\text{K}).$$

* 14. 为使水的凝固点降低 0.15°C , 则将某非电解质 0.5g 溶于 50g 水中已知水的 $K_f = 1.86 \text{K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则该非电解质的相对分子质量是 _____。

[解答] 124

因

$$\Delta T_f = K_f \cdot m,$$

$$m = \frac{0.5}{MV},$$

故

$$M = \frac{1.86 \times 0.5}{0.15 \times 50 \times 10^{-3}} = 124 (\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}),$$

$$M_r = 124.$$

** 15. 现有以下四种气体的临界点温度和压力的数据:

	T_c/K	p_c/MPa
Cl_2	416.9	7.991
CO_2	304.14	7.357
CH_4	190.56	4.599
H_2	32.97	1.293

由数据分析可知,在四种气体中偏离理想气体性质最大的气体是_____,而偏离较小的是_____。

[解答] H_2 Cl_2

三、计算题

1. 现将 1L 含饱和苯蒸气和空气的混合气体,于 313K 温度下,将压力从 200kPa 升高至 600kPa,则在升压过程中凝结成液体的苯共有多少克?(已知在 313K 时苯的饱和蒸气压为 24.1kPa, $M_{r,\text{苯}} = 78.11$)

[分析] 此题为恒温条件下升压,则体积必定改变,故应计算出压缩后的体积。然后运用理想气体公式分别计算出压缩前、后的物质的量,从物质的量变化中得出结果。注意在 313K 和升压条件下,苯发生了相态改变,而空气未变,故运用 $p_1V_1 = p_2V_2$ 计算时应先算出空气在压缩前后的分压,再求体积。

[解答] 设 p_1, p_2 分别代表压缩前后空气的分压, V_1, V_2 分别代表压缩前后混合气体的体积,

$$p_1 = 200 - 24.1 = 175.9 (\text{kPa}),$$

$$p_2 = 600 - 24.1 = 575.9 (\text{kPa}).$$

$$p_1V_1 = p_2V_2$$

$$V_2 = \frac{p_1V_1}{p_2} = \frac{175.9 \times 1}{575.9} = 0.305 (\text{L}).$$

设 n_1, n_2 分别代表压缩前、后苯蒸气的物质的量,

$$n_1 = \frac{pV_1}{RT} = \frac{24.1 \times 10^3 \times 1 \times 10^{-3}}{8.314 \times 313} = 0.00926 (\text{mol}),$$

$$n_2 = \frac{pV_2}{RT} = \frac{24.1 \times 10^3 \times 0.305 \times 10^{-3}}{8.314 \times 313} = 0.00282 (\text{mol}).$$

凝结成液体的苯的量为

$$\Delta n = n_1 - n_2 = 0.00926 - 0.00282 = 0.00644 (\text{mol}).$$

苯的质量为 $M \cdot \Delta n = 78.11 \times 0.00644 = 0.503 (\text{g}).$