

高考

HUAXUE

化学

HUAXUE

能力题

思路 与 解法

朱国兴 主编



南京师范大学出版社

高考化学能力题 思路与解法

朱国兴 主编

南京师范大学出版社

高考化学能力题思路与解法

朱国兴 主编

*

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 丹阳练湖印刷厂印刷

*

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 12.125 字数 303 千

1997 年 7 月第 1 版 1997 年 7 月第 1 次印刷

印数 1—20000

ISBN7—81047—113—9/G·73

定价: 12.00 元

(南京师大版图书若有印、装错误可向承印厂退换)

编者的话

考试也是一门学问,普通高校招生考试是最为引人注目的。我们根据高考的命题思想及试题类型越来越趋向标准化、科学化的特点,编写了这本《高考化学能力题思路与解法》。本书精心选择了近几年全国、上海的高考试题和国家教委考试中心的测试题中的具有典型性、代表性的试题作范例,(题头括号内用英文字母C代表全国高考题,S代表上海高考题,T代表测试题,数字代表年份)按化学学科的知识体系,分章节编排。本书在研究解题思路、方法和技巧的同时,对各题的相关知识进行归纳、整理和拓宽。目的是帮助学生全面了解化学的知识体系,掌握解题规律,提高分析问题和解决问题的能力;同时使同学们了解高考对学生在知识和能力上的具体要求及考查重点,熟悉考题形式和答题的规范要求。

书中对近年高考试题的分析,可以帮助学生了解高考的考查热点及题型的变化,从而预测今后高考试题的发展趋向。还可以减少教师和学生在学习过程中的盲目性,提高复习效率。

每章后提供一定数量的配套自测题。自测题是从各地的高考模拟练习中精选出来的,有一定的典型性和代表性,深难度适中,有利于巩固所学知识,加强应试训练,提高应试能力,全书最后附有参考答案。

本书主编朱国兴。参加编写者有曹振能、朱国兴、叶文武、姚荣茂、吕自新、保志明。

编者

一九九七年七月

目 录

第一章 摩尔 反应热.....	1
第一节 摩尔.....	1
第二节 气体摩尔体积.....	4
第三节 物质的量浓度.....	7
第四节 反应热	10
自测题	13
第二章 氧化还原反应	20
第一节 氧化还原反应的有关判断	20
第二节 氧化还原反应方程式的配平	23
自测题	27
第三章 溶液和胶体	30
第一节 溶液	30
第二节 溶解度	33
第三节 胶体	36
自测题	38
第四章 物质结构和元素周期律	42
第一节 原子结构	42
第二节 化学键	45
第三节 晶体结构	48
第四节 元素周期律	51
第五节 元素推断	53
自测题	58
第五章 化学反应速率与化学平衡	63
第一节 化学反应速率	63
第二节 化学平衡	65

第三节	平衡移动原理	71
自测题		77
第六章	电解质溶液	84
第一节	电离平衡	84
第二节	盐类水解	90
第三节	酸碱中和反应	93
第四节	溶液中离子浓度比较	96
第五节	原电池 电解池	99
自测题		104
第七章	非金属元素及其化合物	111
第一节	卤族元素	111
第二节	氧族元素	114
第三节	氮族元素	121
第四节	碳族元素	127
自测题		131
第八章	金属元素及其化合物	138
第一节	碱金属	138
第二节	镁 铝	141
第三节	铁	143
第四节	金属通论	146
自测题		149
第九章	有机化学	154
第一节	有机物的分类和结构	154
第二节	有机物的性质及反应	168
第三节	有机物燃烧的计算及推断	178
第四节	有机物的推断	186
第五节	信息加工及有机合成	199
自测题		218

第十章 化学基本计算	234
第一节 化学式的计算	234
第二节 溶液的计算	239
第三节 化学反应速率和化学平衡的计算	246
第四节 根据化学方程式的计算	249
第五节 有关混合物的计算	259
第六节 综合计算	268
自测题	275
第十一章 化学基本实验	285
第一节 化学仪器的使用及常用药品的存放	285
第二节 化学实验基本操作	289
第三节 物质的分离及鉴别	296
第四节 物质的鉴定和推断	303
第五节 物质的实验室制取	316
第六节 实验验证及设计	331
第七节 实验综合题	334
自测题	344
参考答案	361

第一章 摩尔 反应热

第一节 摩 尔

例 1 (S1991) 下列说法正确的是()。

- (A) 氮原子的质量就是氮的相对原子质量(即原子量)
- (B) 一个碳原子的质量大约是 $1.66 \times 10^{-24} \text{g}$
- (C) 氢氧化钠的摩尔质量是 40g
- (D) 氩气的摩尔质量在数值上等于它的相对原子质量

思路与方法

(A) 原子的相对质量是元素的一个原子的质量与一个 ^{12}C 原子质量的 $\frac{1}{12}$ 的比值, 它不是原子的质量。

(B) 1mol 碳原子的质量为 12g, 所以 1 个碳原子的质量约为 $\frac{12\text{g}}{6.02 \times 10^{23}} = 1.99 \times 10^{-23} \text{g}$ 。

(C) 摩尔质量的单位为 g/mol 。

(D) 氩气为单原子分子, 其摩尔质量在数值上与它的相对原子质量相同。

解: (D)。

例 2 (C1994) 38.4mg 铜跟适量的浓硝酸反应, 铜全部作用后, 共收集到气体 22.4mL(标准状况, 不考虑 $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$), 反应消耗的 HNO_3 的物质的量可能是()。

- (A) $1.0 \times 10^{-3} \text{mol}$
- (B) $1.6 \times 10^{-3} \text{mol}$

$$(C) 2.2 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$(D) 2.4 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

思路与方法

此题抓住 N 原子守恒这个关键解题。

Cu 与浓 HNO_3 反应生成 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 和 NO_2 (当反应一段时间后, 由于 HNO_3 浓度下降, 有可能生成 NO, 不管是 NO_2 还是 NO, 在反应生成的 1mol 气体中均含有 1mol N 原子, 所以可用 NO_x 表示所生成的气体)。

$$n(\text{N})_{\text{生成物}} = 2 \times n[\text{Cu}(\text{NO}_3)_2] + n(\text{NO}_x)$$

$$\text{而 } n[\text{Cu}(\text{NO}_3)_2] = n(\text{Cu}) = \frac{38.4 \text{ mg}}{64 \text{ g/mol}} = 0.6 \text{ mmol}$$

$$n(\text{NO}_x) = \frac{22.4 \text{ mL}}{22.4 \text{ L/mol}} = 1 \text{ mmol}$$

$$\text{所以 } n(\text{N})_{\text{生成物}} = 2 \times 0.6 \text{ mmol} + 1 \text{ mmol} = 2.2 \text{ mmol}$$

$$n(\text{N})_{\text{反应物}} = n(\text{HNO}_3) = n(\text{N})_{\text{生成物}}$$

$$\text{故 } n(\text{HNO}_3) = 2.2 \text{ mmol} = 2.2 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

解: (C)。

例 3 (C1989) 有 A、B、C 三种一元碱, 它们的相对分子质量之比为 3:5:7。如果把 7mol A、5mol B 和 3mol C 混合均匀, 取此混合碱 5.36 g, 恰好能中和含 0.15mol HCl 的盐酸。试求 A、B、C 的相对分子质量 (即分子量) 各是多少?

思路与方法

由题意可通过两种途径求算混合碱的平均摩尔质量 $\overline{M}$ 。

(1) 根据混合碱中 A、B、C 的物质的量计算:

设 A、B、C 的摩尔质量分别为 $3x$ 、 $5x$ 、 $7x$ 。

$$\overline{M} = \frac{7 \text{ mol} \times 3x + 5 \text{ mol} \times 5x + 3 \text{ mol} \times 7x}{7 \text{ mol} + 5 \text{ mol} + 3 \text{ mol}}$$

(2) 根据一元碱与盐酸发生中和反应的物质的量相等求算混合碱的平均摩尔质量 $\overline{M}$ 。

$$n(\text{一元碱}) = n(\text{HCl}) = 0.15 \text{ mol}$$

$$\overline{M} = \frac{5.36\text{g}}{0.15\text{mol}}$$

(1) 法、(2) 法求得的 $\overline{M}$ 相等, 列式即可求出 x , 进而求得 A、B、C 的摩尔质量, 其数值即为相对应的相对分子质量。

解: 设 A、B、C 的摩尔质量分别为 $3x$ 、 $5x$ 、 $7x$ 。

根据题意得:

$$\frac{7\text{mol} \times 3x + 5\text{mol} \times 5x + 3\text{mol} \times 7x}{7\text{mol} + 5\text{mol} + 3\text{mol}} = \frac{5.36\text{g}}{0.15\text{mol}}$$

解之得: $x = 8\text{g/mol}$

则: $3x = 24\text{g/mol}$, $5x = 40\text{g/mol}$, $7x = 56\text{g/mol}$ 。

答: A 的相对原子质量为 24, B 为 40, C 为 56。

例 4 (T1996) 某金属元素最高价氟化物的摩尔质量为 $M_1\text{g/mol}$, 其最高价的硫酸盐的摩尔质量为 $M_2\text{g/mol}$ 。若此元素的最高正价为 n , 则 n 与 M_1 、 M_2 的关系可能是()。

$$(A) \quad n = \frac{M_2 - 2M_1}{58}$$

$$(B) \quad n = \frac{M_2 - M_1}{29}$$

$$(C) \quad n = \frac{2M_2 - M_1}{58}$$

$$(D) \quad n = \frac{M_2 - M_1}{58}$$

思路与方法

元素的最高正价可能为奇数, 也可能为偶数。此题分析时必须考虑这两种情况。

设该金属的相对原子质量为 A 。又知该金属的最高正价为 n , 则其氟化物的化学式为 MF_n , 相应的摩尔质量为 $M_1 = A + 19n\text{g/mol}$ 。

当 n 为奇数时, 该金属硫酸盐的化学式为 $\text{M}_2(\text{SO}_4)_n$, 其摩尔质量为 $M_2 = 2A + 96n\text{g/mol}$;

当 n 为偶数时, 该金属硫酸盐的化学式为 $\text{M}(\text{SO}_4)_{\frac{n}{2}}$, 其摩尔质量为 $M_2 = A + 48n\text{g/mol}$ 。

由此可见 n 和 M_1 、 M_2 之间存在着两种可能的关系:

$$n \text{ 为奇数时: } \begin{cases} M_1 = A + 19n \\ M_2 = 2A + 96n \end{cases}$$

$$\text{解之得: } n = \frac{M_2 - 2M_1}{58} \quad [\text{为选项(A)}]$$

$$n \text{ 为偶数时: } \begin{cases} M_1 = A + 19n \\ M_2 = A + 48n \end{cases}$$

$$\text{解之得: } n = \frac{M_2 - M_1}{29} \quad [\text{为选项(B)}]$$

解:(A)、(B)。

第二节 气体摩尔体积

例 5 (C1993) 如果 ag 某气体中含有的分子数为 b , 则 cg 该气体在标准状况下的体积是(式中 N_A 为阿伏加德罗常数)()。

$$(A) \frac{22.4bc}{aN_A} L$$

$$(B) \frac{22.4ab}{cN_A} L$$

$$(C) \frac{22.4ac}{bN_A} L$$

$$(D) \frac{22.4b}{acN_A} L$$

思路与方法

本题要求算 cg 气体在标准状况下的体积, 就得求出该气体的物质的量, 在此之前必须算出它的摩尔质量, 其摩尔质量可由 ag 气体所含的物质的量算出。

$$ag \text{ 气体所含的物质的量 } n(a) = \frac{b}{N_A} \text{ mol}$$

$$\text{该气体的摩尔质量 } M = \frac{ag}{b/N_A \text{ mol}} = \frac{aN_A}{b} \text{ g/mol}$$

$$cg \text{ 气体所含的物质的量 } n(c) = \frac{cg}{aN_A/b \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = \frac{bc}{aN_A} \text{ mol}$$

$$V(c) = 22.4 \text{ L/mol} \times \frac{bc}{aN_A} \text{ mol} = \frac{22.4bc}{aN_A} \text{ mol}$$

解:(A)。

例6 (T1995)在常温常压下,某容器真空时质量为 201.0g,当它盛满甲烷时质量为 203.4g,而盛满某气体 Y 时质量为 205.5g,则 Y 气体可能是()。

(A) 氧气 (B) 氮气 (C) 乙烷 (D) 一氧化氮

思路与方法

根据阿伏加德罗定律可知:同温同压下,同体积的气体中所含的分子数相同。所以同体积的不同气体的摩尔质量之比等于其质量之比。

$$\begin{aligned} M(\text{CH}_4):M(\text{Y}) &= m(\text{CH}_4):m(\text{Y}) \\ &= (203.4 - 201.0):(205.5 - 201.0) = 2.4:4.5 \end{aligned}$$

$$M(\text{Y}) = \frac{4.5 \times M(\text{CH}_4)}{2.4} = \frac{4.5 \times 16\text{g/mol}}{2.4} = 30\text{g/mol}$$

乙烷、一氧化氮的摩尔质量均为 30g/mol。

解:(C)、(D)。

说明:将阿伏加德罗定律稍微扩展一下,我们可得出一些新的结论。

1. 在相同状况下,同体积的不同气体(A 和 B)的质量 m 和摩尔质量 M 间的关系为:

$$\frac{M(\text{A})}{M(\text{B})} = \frac{m(\text{A})}{m(\text{B})}$$

2. 气体 A 对气体 B 的相对密度为 D ,则:

$$\frac{M(\text{A})}{M(\text{B})} = D \quad M(\text{A}) = D \times M(\text{B})$$

3. 温度(T)、压强(P)、体积(V)和气体物质的量(n)的关系如下:

$$(1) \quad T, P \text{ 相同时, } \frac{V(\text{A})}{V(\text{B})} = \frac{n(\text{A})}{n(\text{B})}$$

$$(2) \quad T, V \text{ 相同时, } \frac{P(\text{A})}{P(\text{B})} = \frac{n(\text{A})}{n(\text{B})}$$

$$(3) n、V \text{ 相同时, } \frac{P(A)}{P(B)} = \frac{T(A)}{T(B)}$$

$$(4) n、P \text{ 相同时, } \frac{V(A)}{V(B)} = \frac{T(A)}{T(B)}$$

$$(5) n、T \text{ 相同时, } \frac{V(A)}{V(B)} = \frac{P(A)}{P(B)}$$

例7 (C1991)实验测得乙烯和氧气的混合气体的密度是氢气的14.5倍,可知其中乙烯的质量分数为()。

(A) 25.0% (B) 27.6% (C) 72.4% (D) 75.0%

思路与方法

$$\begin{aligned}\overline{M}(\text{混}) &= 14.5 \times M(\text{H}_2) \\ &= 14.5 \times 2\text{g/mol} = 29\text{g/mol}\end{aligned}$$

设1mol混合气体中含 C_2H_4 的物质的量为 x ,则 O_2 的物质的量为 $(1-x)$ 。

$$M(\text{C}_2\text{H}_4) = 28\text{g/mol} \quad M(\text{O}_2) = 32\text{g/mol}$$

$$\text{故: } 28\text{g/mol} \times x + 32\text{g/mol} \times (1-x) = 29\text{g/mol}$$

$$\text{解之得: } x = 0.75\text{mol}$$

所以 C_2H_4 的质量分数为:

$$\frac{28\text{g/mol} \times 0.75\text{mol}}{29\text{g}} \times 100\% = 72.4\%$$

另外,也可用“十字交叉法”求出混合气体中的两种气体的物质的量之比,然后再由此求出 C_2H_4 的质量分数:

$$\begin{array}{ccc} \text{CH}_4 & 28 & 3 \\ & \diagdown & \diagup \\ & 29 & \\ & \diagup & \diagdown \\ \text{O}_2 & 32 & 1 \end{array}$$

$$\text{C}_2\text{H}_4\% = \frac{28\text{g/mol} \times 3\text{mol}}{28\text{g/mol} \times 3\text{mol} + 32\text{g/mol} \times 1\text{mol}} \times 100\% = 72.4\%$$

解:(C)。

说明:此题要审清题意,题干要求的是乙烯的质量分数,而不

是体积分数。

例8 (T1997)同温、同压、同体积的空气和二氧化碳混合,并在高温下跟足量的焦炭反应。若氧气和二氧化碳全部转化为一氧化碳,则反应后气体中一氧化碳的体积分数约是()。

- (A) 0.60 (B) 0.64 (C) 0.70 (D) 0.75

思路与方法

设空气与二氧化碳等体积混合的总体积为 V , 则混合气体中 CO_2 为 $0.5V$, O_2 为 $0.1V$ (因空气占 $0.5V$, 而氧气占空气中的 $\frac{1}{5}$)。高温燃烧时, 发生如下反应:



从反应式知: $0.5V$ 的 CO_2 反应后生成 $1V$ 的 CO , $0.1V$ 的 O_2 反应后生成 $0.2V$ CO , 而混合气中 $0.4V$ 是空气中除 O_2 以外不与碳反应的气体, 反应后气体的组成为 N_2 $0.4V$, CO $1.2V$ 。所以 CO 的体积分数为 $\frac{1.2V}{1.2V+0.4V} = 0.75$ 。

解: (D)。

第三节 物质的量浓度

例9 (C1996)用 10mL 的 0.1mol/L BaCl_2 溶液恰好可使相同体积的硫酸铁、硫酸锌和硫酸钾三种溶液中的硫酸根离子完全转化为硫酸钡沉淀, 则三种硫酸盐溶液的物质的量浓度之比是()。

- (A) 3:3:2 (B) 1:2:3 (C) 1:3:3 (D) 3:1:1

思路与方法

三种硫酸盐溶液中所含 SO_4^{2-} 离子的物质的量相等, 又它们的体积相同, 所以各溶液中 SO_4^{2-} 离子浓度相等。

设 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 ZnSO_4 、 K_2SO_4 的物质的量浓度分别为 x 、 y 、 z ,

则溶液中 $[\text{SO}_4^{2-}]$ 分别为 $3x$ 、 y 、 z ，由上分析得 $3x=y=z$ 。

所以， $x:y:z=1:3:3$ 。

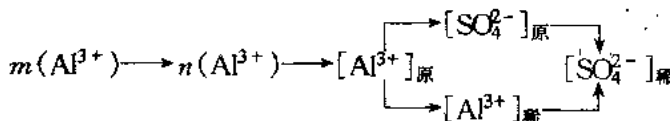
解：(C)。

例 10 (S1989) $V\text{mL}$ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中含有 Al^{3+} $a\text{g}$ ，取 $\frac{V}{4}\text{mL}$ 溶液稀释成 $4V\text{mL}$ ，则稀释后 SO_4^{2-} 的物质的量浓度是()。

- (A) $\frac{125a}{9V}\text{mol/L}$ (B) $\frac{125a}{18V}\text{mol/L}$
(C) $\frac{125a}{36V}\text{mol/L}$ (D) $\frac{125a}{54V}\text{mol/L}$

思路与方法

本题解题思路可用如下线路表示：



$$[\text{Al}^{3+}]_{\text{原}} = \frac{a\text{g}/27\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}}{V\text{mL}/1000\text{mL}\cdot\text{L}^{-1}} = \frac{1000a}{27V}\text{mol/L}$$

$$[\text{SO}_4^{2-}]_{\text{原}} = \frac{3}{2} \times \frac{1000a}{27V}\text{mol/L} = \frac{500a}{9V}\text{mol/L}$$

由稀释定律： $C_1V_1=C_2V_2$ 得：

$$\frac{500a}{9V}\text{mol/L} \times \frac{V}{4}\text{mL} = [\text{SO}_4^{2-}]_{\text{稀}} \times 4V\text{mL}$$

$$[\text{SO}_4^{2-}]_{\text{稀}} = \frac{500a}{9V}\text{mol/L} \times \frac{V}{4}\text{mL}/4V\text{mL} = \frac{125a}{36V}\text{mol/L}$$

若先求 $[\text{Al}^{3+}]_{\text{稀}}$ ，则其解题过程为：

$$[\text{Al}^{3+}]_{\text{稀}} = \frac{1000a}{27V}\text{mol/L} \times \frac{V}{4}\text{mL}/4V\text{mL} = \frac{125a}{54V}\text{mol/L}$$

$$[\text{SO}_4^{2-}]_{\text{稀}} = \frac{3}{2} \times \frac{125a}{54V}\text{mol/L} = \frac{125a}{36V}\text{mol/L}$$

解：(C)。

例 11 (C1991)在标况下，将 VLA 气体(摩尔质量为 $M\text{g/mol}$)

溶于 0.1L 水中, 所得溶液密度为 $d \text{ g/mL}$, 则此溶液的物质的量浓度 (mol/L) 为 ()。

- (A) $\frac{Vd}{MV + 2240}$ (B) $\frac{1000 Vd}{MV + 2240}$
 (C) $\frac{1000 VdM}{MV + 2240}$ (D) $\frac{MV}{22.4(V + 0.1)d}$

思路与方法

溶液的物质的量浓度 = $\frac{\text{溶质的物质的量}(\text{mol})}{\text{溶液的体积}(\text{L})}$

溶质的物质的量 = $\frac{\text{气体溶质的体积}}{\text{气体摩尔体积}} = \frac{VL}{22.4 \text{ L/mol}} = \frac{V}{22.4} \text{ mol}$

溶液的体积 = $\frac{\text{溶液的质量}}{\text{溶液的密度}}$

$$= \frac{\text{Mg/mol} \times \frac{V}{22.4} \text{ mol} + 0.1 \text{ L} \times 1000 \text{ g/L}}{d \text{ g/mL}}$$

$$= \frac{MV + 22.4 \times 100}{22.4d} \text{ mL} = \frac{MV + 2240}{2240d} \text{ L}$$

$$\text{溶液物质的量浓度} = \frac{\frac{V}{22.4} \text{ mol}}{\frac{MV + 2240}{2240d} \text{ L}} = \frac{1000 Vd}{MV + 2240} \text{ mol/L}$$

解: (B)。

例 12 (C1992) 某温度下 22% 的 NaNO_3 溶液 150mL, 加 100g 水稀释变成 14%, 求原溶液的物质的量浓度。

思路与方法

原 NaNO_3 溶液的体积已知, 要求算原溶液的物质的量浓度, 就得出原溶液中 NaNO_3 的物质的量, 这就必须求出 NaNO_3 的质量, 为此需先求出 22% 的溶液的质量。

解: 设原溶液的质量为 x 。

根据稀释前后溶质的质量守恒得:

$$x \times 22\% = (x + 100\text{g}) \times 14\%$$

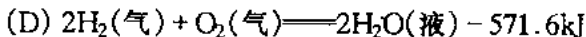
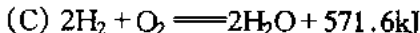
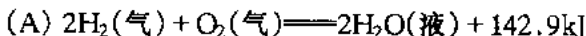
$$x = 175g$$

$$\text{溶液的物质的量浓度} = \frac{\frac{175g \times 22\%}{85g \cdot mol^{-1}}}{150mL/1000mL \cdot L^{-1}} = 3.0mol/L$$

答:原溶液的物质的量浓度为 $3.0mol/L$ 。

第四节 反应热

例 13 (S1988) $1g$ 氢气燃烧,生成液态水并放出 $142.9kJ$ 热量,表示该反应的热化学方程式是()。



思路与方法

热化学方程式的书写,除了一般化学反应方程式的书写规范外,还要求在反应式中各物质的化学式后标明该物质的聚集状态,在生成物化学式后面写出吸收或放出热量的多少,放热用“+”、吸热用“-”表示。

选项(C)中未注明物质的聚集状态;选项(D)中表示反应吸收 $571.6kJ$ 热量,故(C)、(D)均不正确。

$2mol H_2$ 的质量为 $4g$,根据题意,燃烧后放出的热量为 $142.9kJ/g \times 4g = 571.6kJ$,选项(B)正确。

解:(B)。

例 14 (C1986)在相同温度时,下列两个反应放出的热量分别用 Q_1 和 Q_2 表示,

