

冯扣官 主编

高中化学 难题巧解

兰州大学出版社

高中化学难题巧解

冯扣官 主编

内 容 提 要

本书分基本概念和基本理论、元素及其化合物、有机化合物、化学计算、化学实验五个部分,每一部分附有一定量的自测题,书后附有自测题的参考答案。

编者通过对近年来高考化学试题的分析、评注,主要揭示化学解题的基本思路,给出规范化的解题过程,从而使学生会怎样解高考化学试题。

书中选题覆盖面广,题型与高考题型相吻合,并着重化学知识和方法的渗透,讲求方法巧而不怪,思路简捷,但不惜笔墨说透方法的由来和注意点。

参加本书编写工作的有冯扣官、邬孝华、宣祖礼、丁爱军、鞠东胜、王昌槐、陈爱萍、鲁向阳等。

高中化学难题巧解

冯扣官 主编

兰州大学出版社出版

兰州市天水路 216 号 电话:8883156 邮编:730000

江苏省新华书店发行 江苏省丹徒县印刷厂印刷

开本:787×1092 毫米 1/32 印张:10

1996 年 1 月第 1 版

1996 年 12 月第 2 次印刷

字数:225 千字

印数:20001—30000

ISBN 7-311-00953-7/G·342 定价:8.50 元

目 录

第一章 基本概念和基本理论(题 1—题 98).....	(1)
第一节 基本概念(题 1—题 18).....	(1)
自测题一	(14)
第二节 物质结构和元素周期律(题 19—题 43)	
.....	(19)
自测题二	(32)
第三节 化学反应速度和化学平衡(题 44—题 71)	
.....	(36)
自测题三	(55)
第四节 电解质溶液(题 72—题 98).....	(59)
自测题四	(75)
第二章 元素及其化合物(题 99—题 150)	(83)
第一节 卤素(题 99—题 107)	(83)
自测题五	(88)
第二节 氧和硫(题 108—题 116).....	(91)
自测题六	(98)
第三节 氮、磷和碳(题 117—题 123).....	(102)
自测题七.....	(109)
第四节 碱金属(题 124—题 129)	(113)
自测题八.....	(117)
第五节 镁和铝(题 130—题 138)	(120)
自测题九.....	(128)

第六节 铁(题 139—题 149)	(130)
自测题十.....	(140)
第三章 有机化合物(题 150—题 189)	(143)
自测题十一.....	(194)
第四章 化学计算(题 190—题 232)	(203)
自测题十二.....	(251)
第五章 化学实验(题 233—题 268)	(259)
自测题十三.....	(300)
附 自测题参考答案.....	(308)

第一章 基本概念和基本理论

第一节 基本概念

题 1 下列物质的性质属于物理性质的是()。

- (A) 二氧化硫的漂白性 (B) 浓硫酸的脱水性
(C) 浓硝酸的不稳定性 (D) 浓盐酸的挥发性

[思路] 物质在表现出某种性质时,该物质自身是否会
发生化学变化而生成新物质,是我们分析问题的出发点。

解: 上述物质在体现出漂白性、脱水性和不稳定性时,分
别能使二氧化硫、浓硫酸和浓硝酸生成新物质。浓盐酸在挥发
出溶质氯化氢时,我们可以把它看作挥发前后仅是状态的不
同,所以划归物理变化,应选(D)。

[评注] (A)、(B)两个反应不要求掌握反应方程式。

题 2 石墨在加热和高压的条件下可加工成金刚石,这
个变化是_____ (物理、化学)变化。

[思路] 判断一个变化是物理变化还是化学变化,主要
是看该变化的结果是否生成新物质。

解: 石墨与金刚石互为同素异形体,这是两种不同的物
质,上述变化中有新物质金刚石生成,所以这个变化是化学变
化。

题 3 下列情况能通过置换反应得到铁的是()。

- (A) 铜与氯化亚铁常温下混和
(B) 一氧化碳通过灼热的三氧化二铁

(C) 氢气通入硫酸亚铁溶液

(D) 铝和四氧化三铁混和加热至高温

[思路] 置换反应是由一种单质跟一种化合物起反应生成另一种单质和另一种化合物的反应。也就是说置换反应中反应物、生成物都有单质。

解：选项(B)中虽有单质铁生成，但是由CO还原而得，所以不属置换反应。

本题应选(D)。

题4 如果 a 克某气体中含有的分子数为 b ，则 c 克该气体在标准状况下的体积是(式中 N_A 为阿佛加德罗常数)()。

(A) $\frac{22.4bc}{aN_A}$ 升

(B) $\frac{22.4ab}{cN_A}$ 升

(C) $\frac{22.4ac}{bN_A}$ 升

(D) $\frac{22.4b}{acN_A}$ 升

[思路] 运用基本公式由分子数求该气体的摩尔质量，再求其物质的量，然后求得体积。

解：摩尔质量 $M = \frac{aN_A}{b}$ (克/摩)，

物质的量 $n = c / \frac{aN_A}{b}$ (摩)，

标准状况下的体积 $= n \times \frac{aN_A}{b} \times 22.4 = \frac{22.4bc}{aN_A}$ (升)。

所以，应选(A)。

[评注] 本题是1993年全国高考题，三次运用基本公式，可见熟记基本运算公式是何等重要。

题5 设 N_0 为阿佛加德罗常数。下列对0.3摩/升硫酸钾溶液的不正确说法是()。

(A) 1升溶液中含有 $0.3N_0$ 个钾离子

(B) 1 升溶液中含有钾离子和硫酸根离子总数为 $0.9N_0$ 。

(C) 2 升溶液中钾离子浓度为 1.2 摩/升

(D) 2 升溶液中含有 $0.6N_0$ 个硫酸根离子

[思路] 解题时应注意:物质的量浓度与溶质微粒物质的量不能混为一谈,微粒的物质的量是指实实在在已经存在的微粒个数,而物质的量浓度是指单位体积(1 升)溶液中所含微粒的物质的量,与实际存在微粒数不一定相等(要看溶液的体积),据此分析可得出此题答案。

解: 1 升溶液中钾离子的个数为 $1 \times 0.6 \times N_0$ (个),所以, (A)选项是错误的。

1 升溶液中含 K^+ 和 SO_4^{2-} 总数为 $(1 \times 0.6 + 1 \times 0.3) N_0$ (个),所以(B)选项是正确的。 $\times = \frac{0.6}{0.3}$

K^+ 浓度为 0.3×2 摩/升,所以选项(C)是错误的。

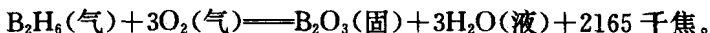
2 升溶液中 SO_4^{2-} 数为 $0.3 \times 2 \times N_0 = 0.6N_0$ (个),所以 (D)选项正确。 $0.3 \times 2 = 0.6$

综上所述,本题应选(A)、(C)。

题 6 0.3 摩的气态高能燃料乙硼烷(B_2H_6) 在氧气中燃烧,生成固态三氧化二硼和液态水,放出 649.5 千焦热量,其热化学方程式 $B_2H_6 + 3O_2 = B_2O_3 + 3H_2O$ 。又已知: $H_2O(液) = H_2O(气) - 44$ 千焦,则 11.2 升(标准状况)乙硼烷完全燃烧生成气态水时放出的热量是 _____ 千焦。

[思路] 先根据题意算出每摩乙硼烷燃烧生成液态水放出的热量,再算出 11.2 升(标准状况)乙硼烷(为 0.5 摩)燃烧放出的热量,最后减去生成的液态水变为气态水需吸收的热量。

解: 燃烧每摩乙硼烷(B_2H_6) 放出热量为 $649.5 \div 0.3 = 2165$ 千焦。热化学方程式为:



0.5 摩乙硼烷燃烧放出热量为 $\frac{2165}{2} = 1082.5$ 千焦。

0.5 摩乙硼烷燃烧后生成 1.5 摩水, 而 1.5 摩液态水变为气态水需要吸收热量: $44 \times 1.5 = 66$ (千焦), 所以放出的总热量应为 $1082.5 - 66 = 1016.5$ (千焦)。

题 7 主族元素 R 的最高价氧化物 0.112 克, 溶于水制得 100 克碱性溶液, 其浓度为 0.148%, R 原子核内含有 20 个中子。通过计算, 推测 R 是什么元素?

【思路】 本题的思路是设法求出 R 的原子量。在大多数情况下, 原子量近似等于其含量最多的同位素的质量数, 将质量数减去中子数就可求得核电荷数, 从而确定该元素的名称。但是, 根据本题所给的条件, 通过计算直接得出原子量是不可能的, 因为计算中有两个未知数, 一个是原子量(A), 一个是元素的化合价(x), 只能列出一个方程, 只能得到 A 与 x 的关系式, 最后必须由讨论法确定元素的种类。

解: 设 R 的原子量为 A, 化合价为 x。

$$\begin{array}{rcc} \text{R}_2\text{O}_x + x\text{H}_2\text{O} & \longrightarrow & 2\text{R}(\text{OH})_x \\ (2A + 16x) & & 2(A + 17x) \\ 0.112 \text{ 克} & & 100 \times 0.148\% \text{ 克} \\ (2A + 16x) : 0.112 & \longrightarrow & 2(A + 17x) : 0.148。 \end{array}$$

解之: $A = 20x$ 。

讨论:

当 $x = 1$ 时, $A = 20$, 则原子核内不含质子, 这是不可能的;

当 $x = 2$ 时, $A = 40$, $40 - 20 = 20$, 20 号元素为 Ca;

当 $x = 3$ 时, $A = 60$, $60 - 20 = 40$, 则质子数为 40。在已知

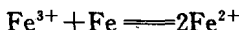
元素中,除 ^1H 外,其余元素的原子核内中子数与质子数的比都等于或大于1。所以质子数大于中子数是不可能的,因而 $x \geq 3$ 都不可能,所以元素R为Ca。

题8 下列各离子方程式的书写有无错误?若有请分析错误的原因并加以改正。

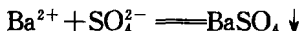
(1) 向溴化亚铁溶液中加入足量氯水:



(2) 向 FeCl_3 溶液中加入铁粉:



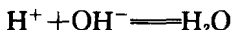
(3) 向 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液中加入硫酸:



(4) 向 CuSO_4 溶液中加入金属钠:



(5) 向 NaHCO_3 溶液中滴入氢氧化钠溶液:



(6) 向 CuSO_4 溶液中滴入硫化钠:



思路 判断离子方程式是否正确主要依据下列几个方面:反应的实质、质量守恒、电荷守恒、强弱电解质的区别等。

解: (1) 此离子方程式是错误的,错误的原因是只考虑了 Br^- 被氧化,而未考虑 Fe^{2+} 也会被氧化。应当指出的是还有一种错误的写法:



错误的原因是只考虑了电荷的相等,而忽视了4个 Br^- 和2个 Fe^{2+} 必须有3个 Cl_2 ,正确写法为: $2\text{Fe}^{2+} + 4\text{Br}^- + 3\text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{Fe}^{3+} + 6\text{Cl}^- + 2\text{Br}_2$

(2) 此离子方程式是错误的,错误的原因是只注意了质

量守恒,未注意电荷平衡。正确的写法为: $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$

(3) 此离子方程式是错误的,错误的原因是只考虑该反应发生的一个因素($\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$),而忽略了另一个因素($\text{H}^+ + \text{OH}^-$)。正确的写法为:



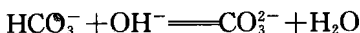
(4) 此离子方程式是错误的,错误的原因是对该反应的实质理解不对,该反应的实际是:



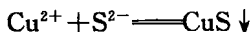
总离子方程式应为:



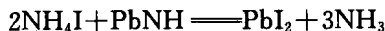
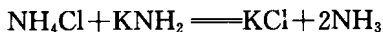
(5) 此离子方程式是错误的,错误的原因是把 H_2CO_3 (HCO_3^-) 当作强酸,正确的写法为:



(6) 此离子方程式是错误的,错误的原因是对该反应的原理理解不对,该反应不属于水解反应,不生成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 和 H_2S ,正确的写法为:



题 9 从某些方面看,氨和水相当, NH_4^+ 和 H_3O^+ (常写成 H^+) 相当, NH_2^- 和 OH^- 相当, NH^{2-} (有时还包括 N^{3-}) 和 O^{2-} 相当。已知在液氨中能发生下列两个反应:

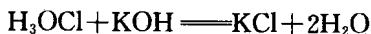


请写出能在水溶液中发生与上述两反应相当的反应方程式。

[思路] 理清题给信息: NH_3 和 H_2O 相当, NH_4^+ 和

H_3O^+ 相当, NH_2^- 和 OH^- 相当, NH_2^{2-} 和 O^{2-} 相当, 然后将这些信息转换成解题所需信息(例如, NH_4Cl 相当于 H_3OCl , 即 HCl), 并运用这些信息解题。

解: 由题给信息知, NH_4Cl 相当于 H_3OCl , 即 HCl , KNH_2 相当于 KOH , NH_3 相当于 H_2O 。所以液氨中发生的 $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{KNH}_2 = \text{KCl} + 2\text{NH}_3$ 的反应相当于水溶液中发生的“酸+碱=盐+水”的中和反应, 因而在水溶液中发生的与之相当的反应方程式为:



同理, NH_4I 相当于 HI , PbNH 相当于 PbO , NH_3 相当于 H_2O , 在液氨中发生的 $2\text{NH}_4\text{I} + \text{PbNH} = \text{PbI}_2 + 3\text{NH}_3$ 反应相当于水溶液中发生的“酸+碱性氧化物=盐+水”的反应, 故在水溶液中发生的与之相当的反应方程式为:



[评注] 解答这类问题的关键是剖析清楚题中给出的明显的和隐藏的信息, 再将这些信息转换成解题所需信息, 运用这些信息并结合相关知识即可写出所要的化学方程式。

题 10 X、Y 两种元素, 当它们的原子获得两个电子, 形成惰性元素的电子层结构时, X 放出的能量比 Y 大, 那么推知()。

- (A) X^{2-} 和 Y^{2-} 不具有还原性
- (B) X^{2-} 的氧化性大于 Y^{2-}
- (C) Y^{2-} 的还原性大于 X^{2-}
- (D) X、Y 都是弱氧化剂、强还原剂

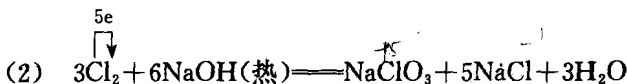
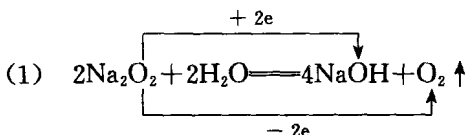
[思路] X、Y 的原子获得两个电子即形成稳定结构, 说明 X 和 Y 均有较强的氧化性。得电子后, X 放出的能量比 Y

大,说明 X 比 Y 更易得到电子,即氧化性 $X > Y$,理解了这一点,就能正确解答此题。

解: X、Y 原子均有氧化性,则 X^{2-} 和 Y^{2-} 有还原性,且氧化性 $X > Y$,还原性 $Y^{2-} > X^{2-}$ 。

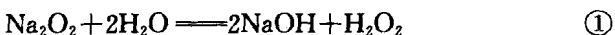
故正确选项为(C)。

题 11 下列氧化-还原反应电子转移标法正确与否? 如有错误,请加以改正。



思路 首先根据反应原理或实质判断出电子转移的方向和数目;其次还要注意恰当的表示方法。

解: (1) 中 Na_2O_2 与 H_2O 反应的实质是:

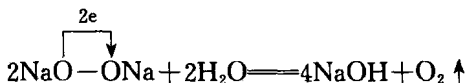


(复分解反应)

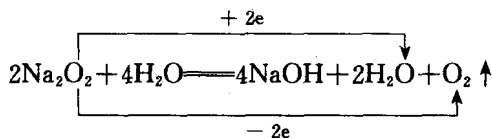


(氧化-还原反应)

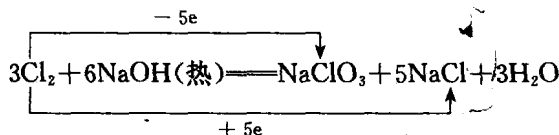
① $\times 2 + ②$ 便得上述反应,由此可知 NaOH 的 O 来自水中而非 Na_2O_2 中。所以题中电子转移的标法就错了。正确的标法如下:



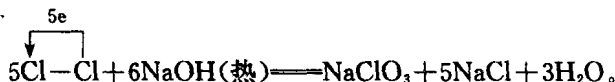
还可表示为:



(2) 式中这种标法根本反映不出电子转移的实际情况，是不对的，因为在反应中是一个氯原子失去 5e，另 5 个氯原子得到 5e。正确的标法应是：



应当指出的是下列标法也是欠妥的：



[评注] 以上两个反应属于分子内同种元素间发生氧化-还原反应中的一个类型，它们的特点是：处于中间价态的原子在一定条件下，一部分转化为较高价态，另一部分转化为较低价态。这就是化学上讲的歧化反应。给歧化反应标电子转移时，若用“单线桥”法标，一定要弄清电子转移的来龙去脉，有的要把反应物的几个分子“拆开”写，有的要把分子式写成结构式。若用“双线桥”法标就比较容易，且不易标错。因此，在题目没有明确要求一定要用哪种方法来标电子转移时可采用“双线桥”法标，这样保险系数大些。

题 12 锌与稀硝酸反应时当 1 摩硝酸参加反应就有 0.8 摩电子转移，此时硝酸的还原产物可能是()。

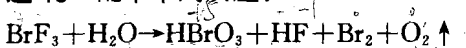
(A) NO (B) N_2O (C) N_2 (D) NH_4NO_3

[思路] 先计算参加反应的 Zn 的物质的量，然后计算出表现酸性的硝酸的物质的量和表现氧化性的硝酸的物质的量

量即可得出答案。

解: 转移0.8摩电子需0.4摩锌, 生成0.4摩 $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, 在此表现酸性的硝酸为0.8摩, 则得0.8摩电子的硝酸为0.2摩, 则有如下两种情况: ① $\overset{+5}{\text{N}} \rightarrow \overset{+1}{\text{N}}$ 每摩 HNO_3 得4摩电子, 0.2摩 HNO_3 都参加氧化-还原反应, 还原产物为 N_2O ; ② $\overset{+5}{\text{N}} \rightarrow \overset{-3}{\text{N}}$, 每摩 HNO_3 得8摩电子, 0.1摩 HNO_3 参加氧化-还原反应即可, 还原产物为 NH_4NO_3 , 故应选(B)和(D)。

题13 配平下列反应:

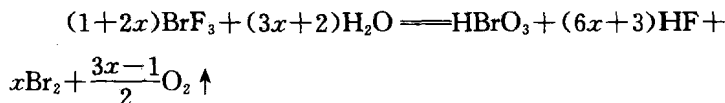


[思路] 此反应中不仅有水发生氧化反应, 同时还有 BrF_3 的歧化反应, 最难确定的是 HBrO_3 与 Br_2 之间的物质的量之比。可以先定某一物质的系数为1和 x , 然后根据质量守恒定律列出方程解出 x 即可。

解: (1) 先定系数: HBrO_3 前的系数为1;

(2) 避开歧化产物之间的物质的量之比, 巧设未知数: 定 Br_2 前的系数为 x ;

(3) 在上述基础上配平其他物质的系数:



(4) 处理: 因为在化学方程式中各物质分子式前面的系数为最简单的整数, 所以有 $\frac{3x-1}{2} = n$ (n 为整数)。

讨论: $n=1$ 时, $x=1$ (合理);

$n=2$ 时, $x=\frac{5}{3}$ (不合理, 舍去)。

将 $x=1$ 代入原方程式中即得:

$$2 + 4x + 6x + 4 = 1 + 12x + 6 + 2x + 3x + 1$$

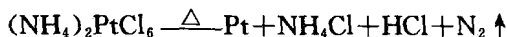
10
2 + 4x + 6x + 4 = 1 + 12x + 6 + 2x + 3x + 1
7x =

$$3x+2=2y+1$$

$$\frac{3x-1}{2}$$

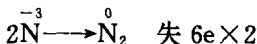
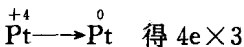


题 14 配平下列反应方程式：

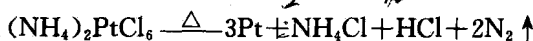


〔思路〕 该反应属自身氧化-还原反应，如果从氧化剂、还原剂入手配平比较困难，可以先配平氧化产物、还原产物的系数，然后再配平氧化剂、还原剂的系数。

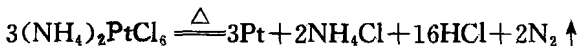
解：分析电子得、失数并使其相等：



上面右边的“3”和“2”应先配在生成物“Pt”和“N₂”前边作系数，得：



然后用观察法配平为：



题 15 关于反应 $\text{CaH}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2 \uparrow$ 有下列五种说法，其中正确的是（ ）。

(A) 该反应是氧化-还原反应

(B) H₂ 是氧化产物

(C) CaH₂ 中氢元素既被氧化又被还原

(D) H₂ 是还原产物

(E) 该反应的氧化产物与还原产物的物质的量相等

〔思路〕 分析该氧化-还原反应从 H 元素的化合价变化入手，并且 CaH₂ 是一种离子化合物，其中氢元素以 H⁻ 离子的形式存在。

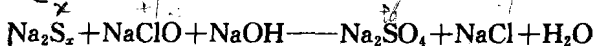
解：从反应方程式看，反应中氢元素化合价发生了变化，所以该反应是氧化-还原反应。该反应是 2 个 H⁻ 离子失去电

子, 2 个 +1 价的氢原子得到电子形成 4 个零价的氢原子 (2H_2), 所以, CaH_2 是还原剂, H_2O 是氧化剂, 但是还原剂的氧化产物和氧化剂的还原产物都是 H_2 , 而且由 H^- 氧化生成的 H_2 和由 $\overset{+1}{\text{H}}$ 还原得到的 H_2 物质的量相等 (都是 1 摩 H_2)。

综上所述, 可知 (C) 说法不正确, (B)、(D) 两说法均不完整, 故应填 (A)、(E)。

[评注] 分析上述氢元素价态的变化还可以得到如下的规律: 不同价态的同种元素之间只要存在中间价态, 它们就能发生氧化-还原反应, 产物中这种元素一般是中间价态。例如 $\overset{-1}{\text{Ca}} \overset{+1}{\text{H}_2}$ 与 $\overset{+1}{\text{H}_2}\overset{0}{\text{O}}$ 反应, 产物是 $\overset{0}{\text{H}_2}$; $\overset{-2}{\text{H}_2}\overset{+4}{\text{S}}$ 与 $\overset{+4}{\text{S}}\overset{0}{\text{O}_2}$ 反应, 产物是 $\overset{0}{\text{S}}$ 。这又叫价态归中法则。不同价态的同种元素之间不存在中间价态, 它们之间就不能发生氧化-还原反应。例如 H_2SO_4 与 SO_2 不反应, 因为 +6 价硫与 +4 价硫之间没有中间价态。

题 16 由硫可制得多硫化钠 Na_2S_x , x 值一般为 2—6。已知 Na_2S_x 与 NaClO 有如下反应, 试配平该反应的化学方程式:



[思路] 这是一道特殊的化学方程式配平题。因为 Na_2S_x 中 S 的化合价不确定, 给配平带来一定的难度。首先应根据分子式 $\overset{+1}{\text{Na}_2}\overset{+1}{\text{S}_x}$ 确定其中 S 的化合价为 $-\frac{2}{x}$ 价, 然后根据电子得失法进行配平。

解: 设反应电子得失如下:

