

高中化学

高频考点精讲

曹永峰 雷升 主编



黄河出版传媒集团
宁夏人民教育出版社

高中化学

高频考点精讲

曹永峰 雷升 主编



黄河出版传媒集团
宁夏人民出版社

编委名单

主 编：曹永峰 雷 升

副主编：闫建峰 闫海荣 李堆兵 辛荣禄

委 员：（按姓氏笔画排序）

王旭东 王祥子 王康宁 王菊红 王月珍 马春娥 李颖宗

陈 鉴 杨丽萍 苏 娟 柳 杨 庞 婷 赵康宁 唐静安

图书在版编目(CIP)数据

高中化学高频考点精讲 / 曹永峰, 雷升主编. -- 银川: 宁夏人民教育出版社, 2016.3

ISBN 978-7-5544-1516-0

I. ①高… II. ①曹… ②雷… III. ①中学化学课—高中—升学参考资料 IV. ①G634.83

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 067709 号

高中化学高频考点精讲

曹永峰 雷升 主编

责任编辑 王 娟

封面设计 段莹石

责任印制 殷 戈



黄河出版传媒集团 出版发行
宁夏人民教育出版社

地 址 宁夏银川市北京东路 139 号出版大厦(750001)

网 址 <http://www.yrpubm.com>

网上书店 <http://www.hh-book.com>

电子信箱 jiaoyushe@yrpubm.com

邮购电话 0951-5014284

印刷装订 甘肃澳翔印业有限公司

印刷委托书号 (宁)0000655

开本 890 mm×1230 mm 1/16

印张 9 字数 105 千字

版次 2016 年 3 月第 1 版

印次 2016 年 4 月第 1 次印刷

书号 ISBN 978-7-5544-1516-0/G·3241

定价 35.00 元

版权所有 侵权必究

编写说明

化学知识点多、涉及面广，零碎难记。若不对现行教材中的知识点进行整合归纳，很难构成学科网络，形成知识体系。基于化学学科特点，我们依据高考新大纲的要求、在新理念的指导下，由多年从事高三教学的富有经验的一线教师，将高中化学人教版《必修1》《必修2》《选修4》《选修5》模块中的高频考点内容划分为5大板块（即基本概念、基本理论、元素化合物、有机化合物和化学实验），五个板块又被细化为40个高频考点。我们对这些高频考点进行精准讲评，讲练结合。每个高频考点内容编排取舍合理，贴近高考，整合知识，建构网络，并凸显总结规律、探究要点、提纲挈领、归纳方法、热点预测、准确圈定高频考点，以期省力实时高效之目的。

《高中化学高频考点精讲》主要针对高三第二轮复习和第三轮冲刺阶段编写，选择此书是您在短时间内提高化学成绩的最佳资料。也适合高一、高二学生同步使用。

编者

2016年3月



目录

CONTENTS

第一部分 基本概念

考点 1 常用化学计量	(1)
考点 2 化学计算方法及其应用	(4)
考点 3 物质的分类 胶体	(7)
考点 4 离子反应	(9)
考点 5 氧化还原反应	(14)

第二部分 基本理论

考点 1 元素周期表与元素周期律	(17)
考点 2 物质结构	(19)
考点 3 化学反应与能量	(21)
考点 4 电化学基础	(25)
考点 5 化学反应速率	(30)
考点 6 化学平衡	(32)
考点 7 弱电解质的电离	(37)
考点 8 溶液的酸碱性及 pH	(41)
考点 9 盐类的水解	(43)
考点 10 难溶电解质的溶解平衡	(48)

第三部分 元素化合物

考点 1 钠及其化合物	(50)
考点 2 镁 铝及其化合物	(54)
考点 3 铁及其化合物	(57)
考点 4 铜及其化合物	(61)
考点 5 金属元素小结	(63)
考点 6 碳 硅及其化合物	(66)

考点 7 氯及其化合物	(68)
考点 8 硫及其化合物	(70)
考点 9 氮及其化合物	(74)
考点 10 非金属元素小结	(78)
考点 11 无机物的推断	(81)
考点 12 无机化学工艺流程	(86)
考点 13 无机化学方程式总结	(89)

第四部分 有机化合物

考点 1 烃	(92)
考点 2 同分异构体	(96)
考点 3 卤代烃	(98)
考点 4 醇 酚	(100)
考点 5 醛	(103)
考点 6 羧酸 酯	(106)
考点 7 生命中的基础有机化学物质	(109)
考点 8 有机反应类型	(112)
考点 9 有机合成与推断	(116)
考点 10 有机化学方程式总结	(122)

第五部分 化学实验

考点 1 无机化学实验综合	(125)
考点 2 有机化学实验综合	(133)

第一部分 基本概念

考点1 常用化学计量

一、物质的量及其单位——摩尔

1. 定义

物质的量是一个物理量，它表示含有一定数目粒子的集合体，符号为 n ，单位为摩尔。1 mol 粒子集体所含的粒子数与0.012 kg ^{12}C 中所含的碳原子数相同，约为 6.02×10^{23} 。以摩尔为单位表示物质的量时，必须要指明粒子的种类（原子、分子、离子或它们的特定组合，一般写化学式）。在试题中如果涉及粒子数或粒子数目比时，应考虑求该粒子的物质的量，计算物质的量的公式有： $n = N/N_A$ $n = m/M$ $n = V/V_m$ $n = cV$ 。

2. 阿伏加德罗常数

1 mol 任何粒子的粒子数叫阿伏加德罗常数，符号为 N_A ，单位 mol^{-1} 。阿伏加德罗常数就是0.012 kg ^{12}C 中所含的碳原子数，通常用近似值 $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 表示， $N_A = N/n$ 。

二、摩尔质量

摩尔质量是单位物质的量的物质所具有的质量，符号为 M ， $M = m/n$ 。常用的单位为 g/mol （或 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ）。某物质的摩尔质量在数值上等于该物质的相对原子质量或相对分子质量。在试题中涉及求某物质相对分子质量时，应该考虑求该物质的摩尔质量。应用摩尔质量时必须指明对象， $M_B = m_B/n_B$ ，对于同一物质规定的基本单元不同，摩尔质量就不同。如 O_2 中O的摩尔质量为 16 g/mol ，而 O_2 的摩尔质量为 32 g/mol 。

三、气体摩尔体积

1. 定义

单位物质的量的气体所占的体积叫做气体摩尔体积，符号 V_m ，常用单位 L/mol 。定义公式 $V_m = V/n$ 。在标准状况下（0℃、101 kPa，简称标况），1 mol 任何气体所占的体积都约为 22.4 L ，即在标准状况下，气体的摩尔体积约为 22.4 L/mol 。

2. 对于 $V_m = 22.4 \text{ L/mol}$ 概念的理解

（1）决定1 mol 物质体积大小的因素：物质体积的大小取决于构成这种物质的粒子数目、粒子的大小和粒子之间的距离。1 mol 不同的固态物质或液态物质所含有的粒子数相同，而粒子之间的距离很小，这就使得固态物质或液态物质的体积主要决定于粒子的大小。对于气体来说，粒子之间的距离远远大于粒子本身的直径，所以，当粒子数相同时，气体的体积主要决定于气体粒子之间的距离。

（2）影响气体摩尔体积的因素： V_m 受温度、压强影响，与气体种类无关。温度升高，则 V_m 变大；压强增大，则 V_m 变小。在标况下， $V_m = 22.4 \text{ L/mol}$ 。但 $V_m = 22.4 \text{ L/mol}$ 的条件不一定是标况。

（3）对于 $V_m = 22.4 \text{ L/mol}$ ：①使用条件是标准状况；②使用范围是单一气体或混合气体；③数值 22.4 L/mol 是个近似数值；④ V_m 的单位是 L/mol ；⑤在标况下， $n = V/V_m = V/22.4 \text{ mol}$ 。

（4）平均摩尔质量（ $\bar{M}$ ）的计算：①已知混合物的总质量 $m_{\text{混}}$ 和总物质的量 $n_{\text{混}}$ ： $\bar{M} = \frac{m_{\text{混}}}{n_{\text{混}}}$ ；②若已知标准状况下混合气体的密度 $\rho_{\text{混}}$ （ g/L ）： $\bar{M} = 22.4 \times \rho_{\text{混}}$ 。

四、阿伏加德罗定律及其推论

1. 阿伏加德罗定律

同温同压下，相同体积的任何气体含有相同的分子数。即三同定一同：同温、同压和同体积决定气体分子数（物质的量）相同。

2. 阿伏加德罗定律的推论

(1) 同温同压下，气体的体积比等于物质的量之比： $V_1 / V_2 = n_1 / n_2$

(2) 同温同体积时，气体的压强比等于物质的量之比： $P_1 / P_2 = n_1 / n_2$

(3) 同温同压同体积时，摩尔质量比等于密度比： $M_1 / M_2 = \rho_1 / \rho_2$

(4) 气体的相对密度：一种气体的密度与另外一种气体的密度之比，一般用D表示， $D = \frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{M_1}{M_2}$ ，则 $M_1 = D \times M_2$ ，例如：相同状况下， O_2 相对 H_2 的相对密度为： $D = \frac{\rho_{O_2}}{\rho_{H_2}} = \frac{M_{O_2}}{M_{H_2}} = 16$

五、物质的量浓度

1. 物质的量浓度

物质的量浓度是以单位体积溶液里所含溶质B的物质的量来表示溶液组成的物理量。符号为 c_B ，常用单位为 mol/L，表达式： $c_B = n_B / V$ 。

注意对于 $c_B = n_B / V$ ：①单位体积为溶液的体积，不是溶剂的体积；②溶质用物质的量来表示，并且要说明粒子的种类B，因同一溶液中粒子的种类不同， c 可能不同。如0.1 mol/L的 $Al_2(SO_4)_3$ 溶液中， $c(Al^{3+}) = 0.2$ mol/L，而 $c(SO_4^{2-}) = 0.3$ mol/L。

2. 一定物质的量浓度溶液的配制

(1) 仪器：容量瓶（有100 ml、250 ml、500 ml和1000 ml等规格），烧杯，量筒，天平，玻璃棒，胶头滴管。

(2) 步骤①计算：计算所需固体溶质质量或液体溶质的体积；②称量：用托盘天平称量固体溶质或用量筒量取液体体积；③溶解：将溶质放入烧杯中并加适量蒸馏水，用玻璃棒搅拌使其溶解；④移液：将溶液沿玻璃棒注入容量瓶中；⑤洗涤：用蒸馏水洗涤烧杯2~3次，并注入容量瓶中；⑥定容：加蒸馏水至离刻度线下1~2 cm时，改用胶头滴管滴加蒸馏水至凹液面与刻度线相切；⑦摇匀：盖好瓶塞，上下颠倒摇匀；⑧装瓶：将容量瓶中溶液转移到试剂瓶中并贴签。简记为计算、称量、溶解、移液、洗涤、定容、摇匀和装瓶。

3. 有关物质的量浓度计算的常用公式

$$n = m / M; \quad n = V / V_m; \quad c_B = n_B / V; \quad m_{\text{液}} = V \times \rho; \quad w \% = (m_{\text{质}} / m_{\text{液}}) \times 100\%;$$

$$c = \frac{1000 \rho w}{M}; \quad \text{溶液稀释定律: } m_1 \times w_1 = m_2 \times w_2 \quad c_1 \times V_1 = c_2 \times V_2$$

六、阿伏加德罗常数(N_A)问题的常设陷阱

1. 气体摩尔体积的适用条件

(1) 在不知是否为标准状况时，误认为1 mol气体的体积为22.4 L，一定要特别注意，在不指明温度压强时，气体摩尔体积没有任何意义。

(2) 某些物质在标准状况下为液体或固体，但是干扰项却说22.4 L该物质为1 mol。如标准状况下22.4 L SO_3 误认为含有 $3N_A$ 个氧原子。常考的此类物质有： HF 、 SO_3 、 CH_2Cl_2 、 $CHCl_3$ 、 CCl_4 、 CH_3OH 、辛烷等。需特

别指出的是：物质的质量与物质的量的换算不涉及气体体积，与温度压强无关。如常温常压下，22 g CO_2 气体中所含的分子数就是 $0.5 N_A$ 。

2. 物质的组成

(1) 特殊物质的微粒数：如 1 mol D_2O 和 1 mol H_2O 所含质子数均为 $10 N_A$ ，但所含中子数分别为 $10 N_A$ 和 $8 N_A$ ；1 mol $-\text{OH}$ 和 1 mol OH^- 所含质子数均为 $9 N_A$ ，但所含电子数分别为 $9 N_A$ 和 $10 N_A$ ；1 mol Na_2O_2 和 1 mol Na_2O 中阴离子数都是 N_A 。在判断此类问题时应分析清楚物质所含微粒的种类，如 NaCl 的构成微粒是阴阳离子，故 1 mol NaCl 固体中不存在 N_A 个 NaCl 分子；同样，1 L 1 mol $\cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸中也不存在 N_A 个 HCl 分子。

(2) 特殊物质的化学键数：化学键数的判断要分析构成物质的粒子种类，由分子构成的物质，如 1 mol P_4 含 $\text{P}-\text{P}$ 数为 $6 N_A$ ；1 mol $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 化学键的数目为 $(3n+1) N_A$ 等。由原子构成的物质，如 12 g 金刚石含有 $\text{C}-\text{C}$ 数是 $2 N_A$ ，60 g SiO_2 含有 $\text{Si}-\text{O}$ 数是 $4 N_A$ 等。

(3) 最简式相同的物质中的微粒数目：如 46 g NO_2 和 N_2O_4 的混合气体中 N 原子数是 N_A ， O 原子数是 $2 N_A$ ；28 g 乙烯和环丁烷的混合气体含有的碳原子数为 $2 N_A$ 等。

3. 一些典型氧化还原反应的电子转移数目

(1) 1 mol Na_2O_2 或 Cl_2 与还原剂 I^- 、 SO_3^{2-} 等反应时，转移的电子数均为 $2 N_A$ ；1 mol Na_2O_2 与 CO_2 或 H_2O 反应时转移的电子数为 N_A ；1 mol Cl_2 在常温下与 NaOH 反应时，转移的电子数也为 N_A 。

(2) 变价元素在不同的氧化还原反应中价态可能不同，电子转移情况也不相同。如： $\text{Fe} \sim \text{FeCl}_3 \sim 3\text{e}^-$ ； $\text{Fe} \sim \text{FeCl}_2 \sim 2\text{e}^-$ 。

4. 可逆反应

可逆反应因其在一定条件下存在限度，故不可能将所有反应物都反应完。如 1 mol 氯气通入水中反应生成的 H^+ 的数目小于 N_A ；1 mol N_2 与 3 mol H_2 反应生成的 NH_3 小于 $2 N_A$ 等。在密闭容器中 2 mol NO 与 1 mol O_2 充分反应，因 $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ 的反应，生成的 NO_2 分子数小于 $2 N_A$ 。

5. 电离或水解

因弱电解质电离时存在电离平衡或某些盐在溶液中存在水解平衡，导致溶液中的离子个数发生变化。如 1 L 0.1 mol/L 的乙酸溶液和 1 L 0.1 mol/L 的乙酸钠溶液中， CH_3COO^- 的数目不相等且都小于 $0.1 N_A$ ；1 L 0.1 mol/L 的 NaHCO_3 溶液中， HCO_3^- 和 CO_3^{2-} 两离子数之和小于 $0.1 N_A$ 。

6. 浓度的影响

有些反应有特殊的浓度要求，一旦不符合要求，反应将不进行，如实验室制 Cl_2 时必须用 MnO_2 与浓盐酸反应，实际反应则需要考虑盐酸变稀和 HCl 挥发的因素，因此，1 mol MnO_2 与足量的浓盐酸反应生成的 Cl_2 数目为 N_A ，而足量的 MnO_2 与含 4 mol HCl 的浓盐酸反应生成的 Cl_2 数目小于 N_A 。

7. 用量的变化

此类题的陷阱是：故意已知多种反应物的物质的量，但实际应根据少量计算，如 5.6 g 铁粉在 0.1 mol 氯气中充分燃烧，转移电子数应为 $0.2 N_A$ ，此时铁粉是过量的；有时，虽然该反应会得到不止一种产物，但根据某一反应物也可以得到转移电子的数目，如“1 mol Na 与 O_2 反应，生成 Na_2O 和 Na_2O_2 的混合物，钠失去 N_A 个电子”这种说法是正确的。

考点2 化学计算方法及其应用

化学计算题中常用到的方法有公式法、守恒法(质量守恒、元素守恒、电荷守恒、电子守恒、粒子数守恒)、差量法(质量差量、体积差量)、十字交叉法、关系式法、平均值法、极限法和始终态法等。这些计算方法根据计算题的题型特点,进行选择性的应用。有关物质的量、溶液浓度、pH的计算,套用公式的方法比较多;有关非氧化还原反应的计算题中元素守恒、差量法、关系式法应用的比较多;电荷守恒、物料守恒法主要应用于有关电解质溶液的计算中;电子守恒法主要应用于有关氧化还原反应的计算中。

1. 公式法

在涉及一些物理量(如物质的量、摩尔质量、物质的量浓度以及pH)的计算中,往往要根据题意套用这些物理量的定义式(公式),所以熟记一些物理量的定义公式是解决这类计算题的关键点。

[例] V mL $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中含有 Al^{3+} a g,取 V mL溶液稀释到 $4V$ mL,则稀释后溶液中 SO_4^{2-} 的物质的量浓度是_____ mol/L。

2. 守恒法

在化学反应过程中,某些量存在守恒关系如质量守恒等,利用这些守恒关系解题的方法叫守恒法。应用守恒法的关键是根据题意要能找出存在守恒关系的是哪个物理量,然后根据该量守恒列等式求解。

(1) 质量守恒:化学反应前后的原子种类和原子个数不变,反应前后的总质量不变。

4

[例] 某物质A在一定条件下发生分解反应: $2\text{A}(\text{g}) = \text{B}(\text{g}) + 2\text{C}(\text{g}) + 2\text{D}(\text{g})$ 。若测得生成的混合气体对氢气的相对密度为 n ,则A的相对分子质量为() A. $5n$ B. $7n$ C. $3.5n$ D. $2.5n$

(2) 元素守恒:也叫原子守恒,是指化学反应前后组成物质的元素种类不变,元素原子个数不变。

[例] 30 mL一定浓度的硝酸溶液与5.12 g铜片反应,当铜片全部溶解后,共收集到气体2.24 L(标准状况下),则该硝酸溶液的物质的量浓度至少为() A. 5 mol/L B. 8 mol/L C. 9 mol/L D. 10 mol/L

(3) 电荷守恒:①在电解质溶液中,阳离子所带的正电荷总数等于阴离子所带的负电荷总数(电中性原理)。

[例] 某1 L的混合溶液中含有 0.5×10^{-4} mol SO_4^{2-} , 2.5×10^{-4} mol Cl^- , 2.5×10^{-4} mol NO_3^- , 5×10^{-4} mol Na^+ 则此溶液的pH为() A. 3 B. 4 C. 5 D. 6

在0.1 mol/L的 Na_2CO_3 中,有电荷守恒式: $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{OH}^-)$

②在离子方程式中,参加反应的离子电荷总数一定等于反应后生成的离子电荷总数。

[例] 在一定条件下, RO_3^{n-} 和 I^- 发生反应的离子方程式如下: $\text{RO}_3^{n-} + 6\text{I}^- + 6\text{H}^+ = \text{R}^- + 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$,则 RO_3^{n-} 中R元素的化合价是_____。

(4) 化合价守恒:化合物中化合价的代数和为零;或在氧化还原反应中化合价升高总数等于化合价降低总数。

[例] 用0.1 mol/L的 Na_2SO_3 溶液300 mL,恰好将 2×10^{-2} mol的 XO_4^- 离子还原,则元素X在还原产物中的化合价是() A. +1 B. +2 C. +3 D. +4

(5) 电子守恒:①在氧化还原反应中,氧化剂得电子总数等于还原剂失电子总数;②在电化学中,原电池的正、负极或电解池的阴、阳极上得失的电子数相等,也等于电路上流动的电子的总数。

[例] 将 m mol Cu_2S 和足量稀硝酸反应,生成 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 H_2SO_4 、NO和 H_2O 。则参加反应的硝酸中被还原

的硝酸的物质的量是 () A. $4m \text{ mol}$ B. $10 m/3 \text{ mol}$ C. $10m \text{ mol}$ D. $2m/3 \text{ mol}$

[例] 由铜片、锌片和 300 mL 稀 H_2SO_4 组成的原电池中, 若锌片只发生电化学腐蚀, 当铜片上共放出 3.36 L (标准状况) 气体时, H_2SO_4 刚好用完, 则产生这些气体消耗锌 g , 有 N_A 电子通过了导线, 原稀 H_2SO_4 的物质的量浓度为 mol/L 。

(6) 质子守恒: ①酸碱中和反应中 $n(\text{H}^+) = n(\text{OH}^-)$, 或表示为 $c_{\text{酸}} \times V_{\text{酸}} = c_{\text{碱}} \times V_{\text{碱}}$ (酸碱元数相同); ②在水溶液中, 水电离产生的 H^+ 和 OH^- 的物质的量相等: $c(\text{H}^+)_{\text{水}} = c(\text{OH}^-)_{\text{水}}$ 。

[例] 有未知浓度的盐酸 25 mL , 加入 0.5 mol/L AgNO_3 溶液 25 mL 后改加 NaOH 溶液, 则用去 0.1 mol/L NaOH 25 mL 恰好中和。则盐酸的物质的量浓度是 () A. 0.1 mol/L B. 0.2 mol/L C. 0.25 mol/L D. 0.5 mol/L

(7) 物料守恒: 电解质溶液中, 某一组分的原始浓度应等于它在溶液中各种存在形式的浓度之和。由于水中含 H 、 O 元素, 所以物料守恒是指非 H 、 O 元素的元素守恒。如 NH_4Cl 溶液中: $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = c(\text{Cl}^-)$ 。

[例] 在 Na_2S 溶液中存在着多种离子和分子, 下列关系中电荷守恒、物料守恒、质子守恒式分别是

- A. $c(\text{OH}^-) = c(\text{HS}^-) + 2c(\text{H}^+) + c(\text{H}_2\text{S})$ B. $c(\text{Na}^+) = 2c(\text{S}^{2-}) + 2c(\text{HS}^-) + 2c(\text{H}_2\text{S})$
C. $c(\text{OH}^-) = c(\text{HS}^-) + c(\text{H}^+) + 2c(\text{H}_2\text{S})$ D. $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = 2c(\text{S}^{2-}) + c(\text{HS}^-) + c(\text{OH}^-)$

(8) 离子守恒: 是指一些不反应的离子 (如 Na^+ 、 K^+) 在反应前后其量始终不变。

[例] 向 1 mol/L 100 mL FeCl_2 溶液中通入 Cl_2 , 然后向溶液中加入 2 mol/L 的 NaOH 溶液 125 mL , 充分反应后, 过滤出沉淀; 在滤液中加入 1.5 mol/L 的盐酸 20 mL , 溶液恰好呈中性。计算通入 Cl_2 的体积 (标准状况)。

3. 差量法

差量法是根据在化学反应中反应物与生成物的差量和造成这种差量的实质及其关系, 列出比例式求解的解题方法。此方法的关键是根据化学方程式要分析反应前后形成差量的原因, 找出理论差量 (质量差、气体体积差、压强差等) 与反应物或生成物的关系, 再根据题目提供的实际差量, 列出比例式求解。

[例] 利用质量均为 100.0 g 的金属铜作电极, 电解 AgNO_3 溶液。一段时间后, 两电极的质量差为 28.0 g , 则此时两电极的质量阳极 g , 阴极为 g 。

[例] 在 2 L 的密闭容器中, 放入 3 mol X 和 2 mol Y , 在一定条件下发生反应: $4\text{X}(\text{g}) + 3\text{Y}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Q}(\text{g}) + n\text{R}(\text{g})$, 达到平衡后, 容器内温度不变, 混合气体的压强比原来增加 5% , X 的浓度减小 $1/3$, 则该反应的 n 值是 () A. 5 B. 6 C. 7 D. 8

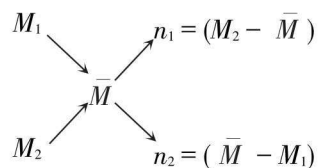
4. 十字交叉法

十字交叉法是进行二组分混和物平均量与组分量计算的一种简便方法。

凡可按 $M_1n_1 + M_2n_2 = \bar{M}(n_1 + n_2)$ 计算的问题, 均可按十字交叉法计算, 算式如

右图所示。式中, $\bar{M}$ 表示混和物的某平均量, M_1 、 M_2 则表示两组分对应的量。如 $\bar{M}$ 表示平均相对分子质量, M_1 、 M_2 则表示两组分各自的相对分子质量

n_1 、 n_2 表示两组分在混合物中所占的份额, $n_1 : n_2$ 在大多数情况下表示两组分的物质的量之比。十字交叉法常用于求算混和气体的平均相对分子质量及组成、混和烃平均分子式及组成、同位素原子百分含量、混和物的反应、溶液的配制等。



[例] CH_4 和 C_2H_4 的混合气体, 其密度是同温同压下乙烷的 $2/3$, 求混合气体中 CH_4 和 C_2H_4 的体积比。

5. 关系式法

对于多步反应体系, 依据若干化学反应方程式, 找出起始物质与终态物质间的关系式和关系量, 并依据

此列出比例求解的方法叫关系式法。用此法解题的关键是要弄清依据什么物理量列关系式。建立关系式可以通过化学方程式、元素守恒、电子守恒等多个方面进行。如根据化学方程式确定关系式：

$3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3(\text{稀}) = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$, $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$, 从中得出：①得失电子守恒有 $3\text{Cu} \sim 2\text{NO} \sim 3/2\text{O}_2 \sim 2\text{HNO}_3$ ；②N元素守恒有 $\text{NO} \sim \text{NO}_2 \sim \text{HNO}_3$ ；③电荷守恒有 $\text{Cu}^{2+} \sim 2\text{NO}_3^-$ 等。

[例] 3.84 g 铜和一定浓度的硝酸反应，当铜全部反应完时，欲使产生的气体恰好全部被水吸收，需通入 _____ mL 标准状况下的氧气（氧气也恰好全部被吸收）。

6. 平均值法

混合物中某些物理量的平均值（平均相对分子质量或相对原子质量、平均体积、平均分子式等）总是介于最大值和最小值之间，应用这些平均值来判断混合物组成成分的方法称为平均值法。

[例] 将两种金属单质混合物 13 g，加到足量的稀硫酸中，充分反应后共收集到标准状况下的气体为 11.2 L，则这两种金属可能是（ ） A. Zn 和 Fe B. Al 和 Zn C. Al 和 Mg D. Mg 和 Cu

[例] 两种气态烃以任意比例混合，在 105℃ 时 1 L 该混合烃与 9 L 氧气混合，充分燃烧后恢复到原状态，所得气体体积仍是 10 L。下列各组混合烃中不符合此条件的是（ ）

A. CH_4 C_2H_4 B. CH_4 C_3H_6 C. C_2H_2 C_3H_6 D. C_2H_4 C_3H_4

说明：应用平均分子式法判断出混合物的组成成分后，需要再计算各成分含量时常与十字交叉法结合计算。

[例] 完全燃烧标准状况下某气态烷烃和气态烯烃的混合物 2.24 L，生成二氧化碳 6.6 g，水 4.05 g。求该混合气的成分和各成分的体积分数。

6

7. 极限法

极限法也叫极端假设法，就是把原混合物假设成某一纯净物，再进行分析、推理、讨论、得出结论的一种化学计算方法。极限法常在确定最大值、最小值以及解答有关混合物计算时采用。

[例] 在一定条件下，对于可逆反应 $\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}(\text{g})$ ，A、B、C 的起始浓度分别为 $a \text{ mol/L}$ 、 $b \text{ mol/L}$ 、 $c \text{ mol/L}$ （ a 、 b 、 c 均大于 0），达到平衡后，测得 A、B、C 的浓度分别为 0.5 mol/L 、 0.1 mol/L 、 1.6 mol/L 。求：（1） a 、 b 应满足的关系是 _____；（2） a 的取值范围是 _____。

[例] 将 13.2 g 可能混有下列物质的 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 样品，在加热的条件下，与过量的 NaOH 反应，可收集到标准状况下 4.3 L NH_3 ，则样品中不可能含有的物质是（ ）

A. NH_4HCO_3 、 NH_4NO_3 B. $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 、 NH_4NO_3 C. NH_4HCO_3 、 NH_4Cl D. NH_4Cl 、 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$

8. 始终态法

始终态法是以体系的开始状态与最终状态为解题依据的一种解题方法。有些变化过程的中间环节很多，甚至某些中间环节不太清楚，此时用始终态法判断比较简便。

[例] 把适量的铁粉投入足量的盐酸中反应，完毕后向溶液中通入少量 Cl_2 ，再加入过量烧碱，这时有沉淀析出，充分搅拌后过滤出沉淀并加强热，最终得到固体 4.8 g。求铁粉与盐酸反应放出 H_2 的体积（标况）。

Key: 1. $125a/36V$ 2. (1) A (2) C (3) B、+5 (4) D (5) C; 9.75, 0.3, 0.5 (6) A

(7) DBC (8) 2.24L 3. 93.6、121.6; B 4. 2 : 1 5. 672 mL

6. BD; BC; CH_4 ; 75%、 C_3H_6 ; 25% 7. (1) $a-b=0.4$ (2) $0.4 < a < 1.3$; D 8. 1.344 L

考点3 物质的分类 胶体

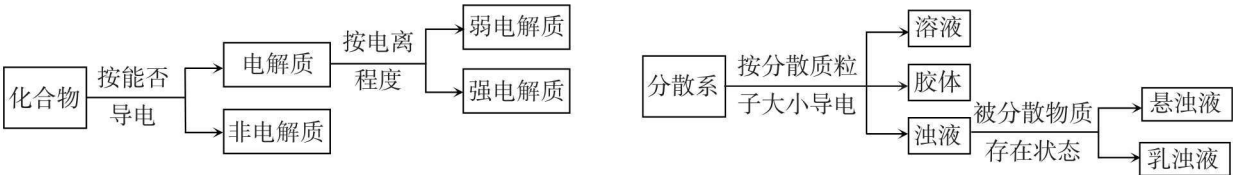
一、简单分类方法

1. 交叉分类法

对物质以不同的标准进行分类，分成若干类的方法。如碳酸钠既是碳酸盐又是钠盐。

2. 树状分类法

对同类事物进行再分类的一种方法。原则：同一层次的物质类别间一般是相互独立，没有交叉的。例如：



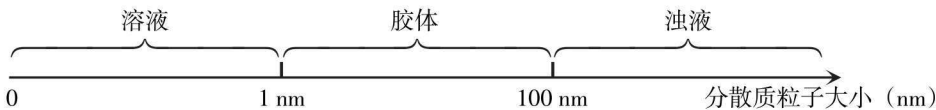
二、分散系及其分类

1. 分散系

把一种（或多种）物质分散在另一种（或多种）物质中所得到的体系。被分散的物质叫分散质，容纳分散质的物质叫分散剂。

（1）按照分散质或分散剂的聚集状态（气、液、固）来分，有气—气如空气；液—气如云、雾；液—液如酒精；固—液如糖水；固—固如有色玻璃等9种类型。

（2）按分散质粒子大小分类，分散系可分为溶液、胶体和浊液（悬浊液和乳浊液）。



2. 溶液、胶体和浊液 的比较

分散系分类	溶液	胶体	悬浊液	乳浊液
分散质粒子	单个小分子或离子	高分子或多分子集合体	巨大数目的分子集合体	
分散质粒子直径	小于1 nm	1 nm ~ 100 nm	大于100 nm	
分散质状态	固、液、气	固、液、气	固	液
外观特征	均一、稳定、透明	均一、透明、介稳性	不均一、不稳定、不透明	
能否透过滤纸或半透膜	都能透过	能通过滤纸，不能透过半透膜	都不能透过	
实例	NaCl 溶液	Fe(OH) ₃ 胶体、烟、云、雾	泥水	苯与水
鉴别	无丁达尔效应	有丁达尔效应	静置沉淀	静置分层
分离方法	蒸发、结晶	渗析、盐析	过滤	分液

三、胶体

1. 胶体

分散质粒子在1~100 nm之间的分散系叫胶体。胶体的本质特征是分散质粒子直径在1~100 nm之间。常

见的胶体有 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 胶体、豆浆、淀粉溶液、蛋白质溶液、有色玻璃、墨水等。

2. 胶体的分类

按分散剂的不同,可分为液溶胶、气溶胶和固溶胶。按分散质的不同,可分为粒子胶体和分子胶体。如硅酸胶体、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体、 AgI 胶体为粒子胶体;淀粉胶体、蛋白质胶体为分子胶体。

3. 胶体的性质与应用

(1) 胶体具有介稳性,其原因是:①同种胶体粒子带同种电荷(如 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体粒子带正电),胶体粒子间相互排斥;②胶体粒子在不停的作布朗运动。

(2) 丁达尔效应:当光束通过胶体时,形成光亮的“通路”。光亮“通路”的形成是由于胶体分散质的粒子比溶液中溶质的粒子大,对光有一定的散射作用。溶液无此性质。丁达尔效应常用于区别溶液和胶体。

(3) 电泳:由于胶体粒子带有电荷,在电场的作用下,胶体粒子在分散剂里向某电极做定向移动的现象。如向 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体通电时,带有正电荷的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体粒子将向阴极移动,阴极颜色加深,阳极颜色变浅。胶体粒子因具有相对较大的表面积,能吸附离子而带有电荷,但胶体仍是电中性的。有些胶体为中性分子,无电泳现象,如淀粉溶液。

(4) 布朗运动:胶体粒子被分散介质分子从不同方向撞击而发生不规则运动的现象。布朗运动使胶体粒子难于静止沉降,这是胶体较稳定的原因之一。

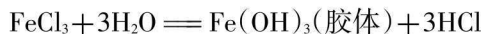
(5) 聚沉:在一定条件下,胶体粒子聚集成大颗粒,从而形成沉淀从分散剂里析出的过程。胶体发生聚沉的几种方法:①加热或搅拌;②加入电解质溶液;③加入带相反电荷的另一种胶体。

(6) 胶体的分离与提纯:①渗析。由于胶体粒子直径较大,不能透过半透膜,而分子、离子可以透过半透膜,故可利用半透膜提纯精制胶体。方法是胶体放入半透膜袋里,再将此袋放入水中,使杂质分子或离子进入水中而除去。②盐析。溶液中加入无机盐类而使被溶解的物质凝聚从溶液中析出的过程。加入无机盐的作用是降低了被溶解物质的溶解度,如 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 能使蛋白质溶液发生盐析。

4. 氢氧化铁胶体的制备

(1) 制取原理(Fe^{3+} 发生水解): $\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{HCl}$

(2) 实验操作:在洁净的小烧杯里加入约25 mL蒸馏水,用酒精灯加热至沸腾,向沸水中逐滴加入5~6滴饱和 FeCl_3 溶液。继续煮沸至溶液呈红褐色,停止加热。



(3) 氢氧化铁胶体的性质:①具有两性但其碱性强于酸性,向氢氧化铁胶体中滴加盐酸,首先能使胶体聚沉,继续滴加盐酸时,沉淀消失;②氢氧化铁胶粒带正电,在电泳现象中,阴极颜色加深。



著名化学家

齐格勒(K.Karl Ziegler),联邦德国有机化学家。1898年11月26日生于黑尔萨。1927年在海德堡大学任教授。1936年任哈雷-萨勒大学化学学院院长。1943年任威廉皇家学会(后称马克斯·普朗克学会)煤炭研究所所长,直至1973年逝世。齐格勒在金属有机化学方面的研究工作一直占世界领先地位。1953年他利用铝有机化合物成功地在常温常压下催化乙烯聚合,得到聚合物,从而提出定向聚合的概念(齐格勒-纳塔聚合)。因合成塑料用高分子并研究其结构,与G·纳塔共获1963年诺贝尔化学奖。

考点4 离子反应

一、离子共存

离子在溶液中能否大量共存,涉及到离子的性质及溶液酸碱性等综合知识。凡能使溶液中有关离子的浓度显著改变的均不能大量共存,如生成难溶物质、难电离物质、气体物质或能转变成其它种类的离子等。

(1) 无色溶液中不能大量含有的离子: Fe^{2+} (浅绿色)、 Fe^{3+} (黄色)、 Cu^{2+} (蓝色)、 MnO_4^- (紫色)、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (橙色)。

(2) 在酸性溶液 [$\text{pH} < 7$ 的溶液、能使 pH 试纸变红的溶液、紫色石蕊试液呈红色的溶液、含有大量 Al^{3+} 、 Fe^{3+} 的溶液、 $c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-13} \text{ mol/L}$ 的溶液等] 中含有大量的 H^+ , 不能共存的离子有: OH^- 、 CO_3^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 S^{2-} 、 F^- 、 ClO^- 、 SiO_3^{2-} 、 AlO_2^- 、 CH_3COO^- 、 $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$ 、 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 等; 弱酸的酸式根离子 (HCO_3^- 、 HSO_3^- 等)。

(3) 在碱性溶液 [$\text{pH} > 13$ 的溶液、 $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-13} \text{ mol/L}$ 的溶液、能使 pH 试纸变蓝或红色石蕊试纸变蓝的溶液、酚酞呈红色或甲基橙呈黄色的溶液、含有大量 CO_3^{2-} 、 AlO_2^- 的溶液等] 中含有大量的 OH^- , 不能共存的离子有: Mg^{2+} 、 Al^{3+} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 H^+ 、 Cu^{2+} 、 Ag^+ 、 NH_4^+ 以及弱酸的酸式根离子 (HCO_3^- 、 HSO_3^- 、 HS^- 等)。

加入铝粉后放出氢气的溶液、由水电离出的 $c(\text{H}^+)$ 或 $c(\text{OH}^-) < 1 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ 的溶液可能是酸性也可能是碱性。

(4) 因生成沉淀而不能大量共存的离子: SO_4^{2-} 与 Ba^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Ca^{2+} ; CO_3^{2-} 与 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Ba^{2+} ; Ag^+ 与 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 PO_4^{3-} 、 Cl^- 、 Br^- 、 I^- ; S^{2-} 与 Fe^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Pb^{2+} ; H^+ 与 SiO_3^{2-} ; OH^- 与 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 、 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 等。

(5) 相互间发生氧化还原反应而不能大量共存的离子: Fe^{3+} 与 S^{2-} (HS^-)、 SO_3^{2-} (HSO_3^-)、 I^- ; 酸性条件下 NO_3^- 、 MnO_4^- 、 ClO^- 与 Fe^{2+} 、 S^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 Br^- 、 I^- 等因发生氧化还原反应而不能大量共存。

ClO^- 、 MnO_4^- 在中性或碱性条件下仍具有氧化性; NO_3^- 在中性或碱性条件下氧化性极弱, 可与上述离子共存。

(6) 因相互促进水解而不能大量共存的离子: Al^{3+} 和 Fe^{3+} 与 AlO_2^- 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 ClO^- ; AlO_2^- 与 NH_4^+ 、 Al^{3+} 、 Fe^{3+} 、 Mg^{2+} ; NH_4^+ 与 SiO_3^{2-} ; 但 NH_4^+ 与 CH_3COO^- 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 HSO_3^- 因水解程度不大仍能大量共存。

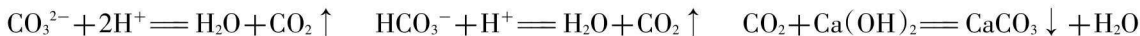
(7) 因发生络合反应不能大量共存的离子: Fe^{3+} 与 SCN^- 、 $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$ 等。

二、常考的离子检验

1. 阴离子的检验

OH^- : 能使无色酚酞变为红色、紫色石蕊变为蓝色、橙色的甲基橙变为黄色, 证明有 OH^- 。

CO_3^{2-} 和 HCO_3^- : 加盐酸放出能使澄清石灰水变浑浊的气体, 证明有 CO_3^{2-} 或 HCO_3^- 。

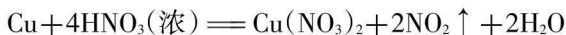


SO_4^{2-} : 先加盐酸, 如果没有沉淀, 再加入几滴 BaCl_2 溶液, 若有不溶于盐酸的白色沉淀产生, 证明有 SO_4^{2-} 。

SO_3^{2-} : 加盐酸或 H_2SO_4 , 产生有刺激性气味的气体, 该气体能使品红溶液褪色, 证明有 SO_3^{2-} 。

SiO_3^{2-} : 向溶液中加入过量的稀 HNO_3 , 若有不溶于稀 HNO_3 的白色沉淀生成, 证明有 SiO_3^{2-} 。

NO_3^- : 向浓溶液中加入铜片和浓硫酸并加热, 如果有红棕色刺激性气味的气体 (NO_2) 产生, 证明有 NO_3^- 。



Cl^- : 加 AgNO_3 溶液和稀 HNO_3 , 有不溶于稀 HNO_3 的白色沉淀生成, 证明有 Cl^- 。 $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$

Br^- : (1) 加 AgNO_3 溶液和稀 HNO_3 , 有不溶于稀 HNO_3 的浅黄色沉淀生成, 证明有 Br^- 。 $\text{Br}^- + \text{Ag}^+ = \text{AgBr} \downarrow$

(2) 加入氯水, 再加入苯, 振荡, 苯层显橙红色, 证明有 Br^- 。 $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 = 2\text{Cl}^- + \text{Br}_2$

I^- : 方法(1)加 $AgNO_3$ 溶液和稀 HNO_3 , 有不溶于稀 HNO_3 的黄色沉淀生成, 证明有 I^- 。 $I^- + Ag^+ = AgI \downarrow$

方法(2)加入氯水, 再加入苯, 振荡, 上层苯显紫红色, 证明有 I^- 。 $2I^- + Cl_2 = 2Cl^- + I_2$

2. 阳离子的检验

H^+ : 能使紫色石蕊试液变为红色, 也能使橙色的甲基橙试液变为红色, 证明有 H^+ 。

Na^+ : 焰色反应, 火焰呈黄色, 证明有 Na^+ 。

K^+ : 焰色反应, 透过蓝色的钴玻璃火焰呈紫色, 证明有 K^+ 。

NH_4^+ : 加入 $NaOH$ 浓溶液并加热, 如果能放出使湿润的红色石蕊试纸变蓝的气体, 证明有 NH_4^+ 。

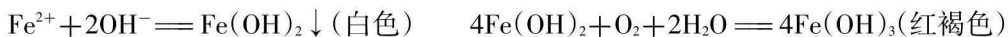


Mg^{2+} : 加入 $NaOH$ 溶液至过量, 如果有白色沉淀生成, 证明有 Mg^{2+} 。 $Mg^{2+} + 2OH^- = Mg(OH)_2 \downarrow$

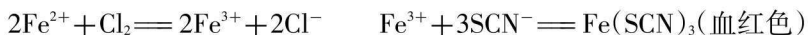
Al^{3+} : 加入 $NaOH$ 溶液, 产生白色絮状沉淀, 如果该沉淀能溶于过量的 $NaOH$ 溶液中, 证明有 Al^{3+} 。



Fe^{2+} : 方法(1)加入 $NaOH$ 溶液, 产生白色沉淀, 该沉淀先变成灰绿色, 最后变成红褐色, 则证明有 Fe^{2+} 。



方法(2)先加入 $KSCN$ 溶液, 不显红色, 再加入少量新制的氯水后, 立即显红色, 证明有 Fe^{2+} 。



Fe^{3+} : 方法(1)加入 $NaOH$ 溶液, 产生红褐色沉淀, 证明有 Fe^{3+} 。 $Fe^{3+} + 3OH^- = Fe(OH)_3 \downarrow (\text{红褐色})$

方法(2)加入 $KSCN$ 溶液, 立即产生血红色溶液, 证明有 Fe^{3+} 。 $Fe^{3+} + 3SCN^- = Fe(SCN)_3 (\text{血红色})$

Cu^{2+} : 方法(1)如果观察到溶液显蓝色, 证明有 Cu^{2+} 。

方法(2)加入 $NaOH$ 溶液, 产生蓝色沉淀, 证明有 Cu^{2+} 。 $Cu^{2+} + 2OH^- = Cu(OH)_2 \downarrow (\text{蓝色})$

三、离子方程式的正误判断

1. 正确书写离子方程式

(1) 需要拆写成离子的物质。①强酸强碱类: HCl 、 H_2SO_4 、 HNO_3 ; $NaOH$ 、 KOH 、 $Ba(OH)_2$ 、 $Ca(OH)_2$ 等; ②可溶性盐类: 钾盐、钠盐、铵盐、硝酸盐、醋酸盐以及碳酸氢盐; 大多数硫酸盐、氯化物等。

(2) 不能拆写成离子的物质。①多元弱酸的酸式根阴离子: HCO_3^- 、 HSO_3^- 、 HPO_4^{2-} 、 $H_2PO_4^-$ 、 HS^- 等; ②难溶物: $AgCl$ 、 $CaCO_3$ 、 $BaCO_3$ 、 $BaSO_4$ 等; ③难电离物质: H_2O ; 弱酸: H_2CO_3 、 H_2SiO_3 、 H_2SO_3 、 $HClO$ 、 HF 、 CH_3COOH 、 C_6H_5OH 等; 弱碱: $NH_3 \cdot H_2O$ 、 $Mg(OH)_2$ 、 $Al(OH)_3$ 、 $Cu(OH)_2$ 、 $Fe(OH)_3$ 等; ④单质、氧化物: Na_2O 、 Na_2O_2 、 Fe_2O_3 、 MgO 等。注意: 高温熔化时 H_2SO_4 等不拆写, 而 Na_2O 、 MgO 等拆写。

(3) 固体与固体间的离子反应不能写离子方程式。如制氨气 $NH_4Cl(s)$ 与 $Ca(OH)_2(s)$ 的反应不写离子方程式; 还有浓硫酸参加的反应也不写离子方程式。

2. 判断离子方程式正误时应兼顾的几个方面

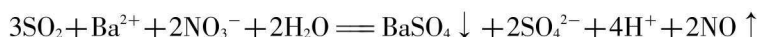
(1) 一看产物是否符合事实。如碳酸氢镁与氢氧化钠反应的产物不能写成 $MgCO_3$, 而应是 $Mg(OH)_2$, 因 $Mg(OH)_2$ 的溶解性小于 $MgCO_3$: $Mg^{2+} + 2HCO_3^- + 4OH^- = Mg(OH)_2 \downarrow + 2CO_3^{2-} + 2H_2O$

(2) 二看各物质拆写的离子是否正确。如溶液 HCO_3^- 、 HSO_3^- 等不拆写, 而 HSO_4^- 应拆写为 H^+ 和 SO_4^{2-} 。

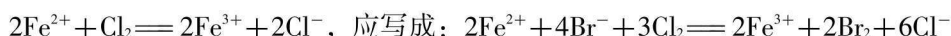
(3) 三看是否漏掉不显眼的离子。如 CuSO_4 溶液与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液反应, 不能写成: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$ 或 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$, 应写成: $\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{BaSO}_4 \downarrow$

(4) 四看电荷是否守恒。如 FeCl_3 溶液中加入铁粉, 不能写成 $\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 2\text{Fe}^{2+}$, 应写成: $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$

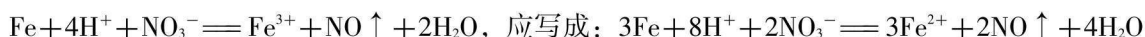
(5) 五看产物是否满足反应物的配比关系。如 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液中通入过量的 SO_2 , 不能写成:



(6) 六看是否漏写了反应。如 FeBr_2 溶液中通入过量的 Cl_2 , 不能写成: $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 = \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$ 或



(7) 七看过量或少量的反应物是否对产物有影响。如过量的铁粉与稀 HNO_3 反应, 不能写成:

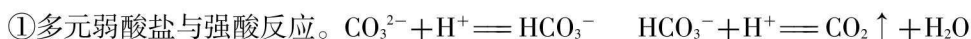


(8) 八看氧化还原反应离子方程式中是否遵循电子守恒或化合价升降总数相等。

四、常考难记的离子方程式

1. 与量有关的离子方程式

(1) 连续型: 指反应生成的离子与过量的反应物可继续反应而与用量有关。



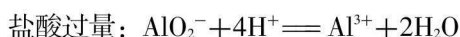
如 Na_2CO_3 溶液与盐酸反应, 盐酸少量: $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ = \text{HCO}_3^-$; 盐酸过量: $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$



如 AlCl_3 中加入 NaOH 溶液, NaOH 少量: $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$



如 NaAlO_2 溶液中滴加盐酸, 盐酸少量: $\text{AlO}_2^- + \text{H}^+ + \text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$

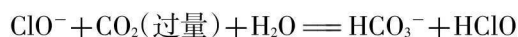


④ CO_2 参与的反应, 一般情况下 CO_2 少量时生成正盐, 过量时生成酸式盐: $\text{CO}_3^{2-} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HCO}_3^-$

NaOH 与 CO_2 反应: $2\text{OH}^- + \text{CO}_2(\text{少量}) = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$; $\text{OH}^- + \text{CO}_2(\text{过量}) = \text{HCO}_3^-$

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ 与 CO_2 反应: $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- + \text{CO}_2(\text{少量}) = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$; $\text{OH}^- + \text{CO}_2(\text{过量}) = \text{HCO}_3^-$

$\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 与 CO_2 : $\text{Ca}^{2+} + 2\text{ClO}^- + \text{CO}_2(\text{少量}) + \text{H}_2\text{O} = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{HClO}$



NaAlO_2 与 CO_2 : $2\text{AlO}_2^- + \text{CO}_2(\text{少量}) + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-}$



注意: $\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa}$ 、 NaClO 溶液中通入 CO_2 , 产物都为 NaHCO_3 , 与通入 CO_2 的量无关, 因酸性: $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{HClO} >$

$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} > \text{HCO}_3^-$ 。 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{C}_6\text{H}_5\text{O}^- \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{HCO}_3^-$ $\text{ClO}^- + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCO}_3^- + \text{HClO}$