

星级题库

高中化学

☆北京市海淀区高级教师编写组 主编☆



典型试题训练与测试

海南国际新闻出版中心

北京市海淀区高级教师编写组主编

星级题库

——典型试题训练与测试

高中·化学

海南国际新闻出版中心

《星级题库》编委会：

主 编 张光珞(北京市海淀区高级教师编写组)

编 委 (以姓氏笔画为序)

才立娟	王苑新	王玖琴	王永新	田 兵
白云楼	吕佳良	许林林	孙 石	杨树国
李淑桂	李跃湘	宋兆丽	张光珞	陈泰来
苗秀凤	徐庆金	姜 西	徐友英	董文颖
满英杰	翟丽辉	翟晓宾	戴桂君	

星 级 题 库

典型试题训练与测试

〔高中化学〕

主 编：张光珞 责任编辑：于明江

*

海南国际新闻出版中心出版发行

(570206. 海口市海府一横路 19# 华宇大厦 1201#)

各地新华书店经销

长春市南关区胶印印刷厂印刷

1997 年 9 月第 1 版 1997 年 9 月第 1 次印刷

开本：787×1092 毫米 1/16 印张：17

字数：447 千字 印数：1—8 000

ISBN 7-80609-604-3/G·403

定价：18.50 元

出版说明

《星级题库》是由北京海淀区高级教师编写组组织具有多年教学经验的教师结合目前教改趋势，围绕新教材编写而成。全套书分为小学语文、数学；初中语文、数学、物理、化学、英语；高中语文、数学、物理、化学、英语三类十二种。

每种书分成两大部分，前部分按知识板块分成若干单元，在每一单元下划分小知识点，每一知识点以典型题的形式给出，并附有详细的讲解及题解；后半部为典型试题题库、综合测试题及参考答案。

在内容编排上，以星级标注难易程度，内容由浅及深，由基本到综合：一星为基本概念、基本知识；二星为重点知识；三星为难点问题；四星为竞赛掌握问题；五星为综合性问题。便于学生对所学知识达到融会贯通。

本套书题型丰富、新颖，知识点兼顾，内容条块结合，安排合理、科学。适合学生自学、练习，尤其是参加升学考试及各类竞赛之前模拟之用，同时也可作为教师教学提供帮助。

目 录

典型试题题解

第一部分 基本概念和基础理论	(1)
物质的组成、性质和分类	(1)
化学用语和化学量	(2)
物质的量的单位——摩尔	(3)
氧化—还原反应	(8)
溶液	(11)
物质结构和元素周期律	(14)
化学反应速率和化学平衡	(19)
电解质溶液	(27)
第二部分 元素及其化合物	(36)
非金属元素及其化合物	(36)
金属元素及其化合物	(44)
第三部分 有机化学基础知识	(54)
烃	(54)
烃的衍生物、糖、蛋白质	(62)
第四部分 化学计算	(70)
有关化学式的计算	(70)
有关化学方程式的计算	(74)
有关溶液的计算	(79)
有关基本理论的计算	(83)
综合计算	(89)
第五部分 化学实验	(97)
常用化学仪器的使用及实验的基本操作	(97)
物质的制取、提纯、分离、鉴别和检验	(104)
综合实验	(110)

典型试题题库

第一部分 基本概念和基础理论	(115)
物质的组成、性质和分类	(115)
化学用语和化学量	(116)

物质的量的单位——摩尔	(118)
氧化—还原反应	(123)
溶液	(127)
物质结构和元素周期律	(131)
化学反应速率和化学平衡	(136)
电解质溶液	(142)
第二部分 元素及其化合物	(149)
非金属元素及其化合物	(149)
金属元素及其化合物	(165)
第三部分 有机化学基础知识	(174)
烃	(174)
烃的衍生物、糖、蛋白质	(180)
第四部分 化学计算	(193)
有关化学式的计算	(193)
有关化学方程式的计算	(195)
有关溶液的计算	(199)
有关基本理论的计算	(203)
综合计算	(209)
第五部分 化学实验	(214)
常用化学仪器的使用及实验的基本操作	(214)
物质的制取、提纯、分离、鉴别和检验	(221)
综合实验	(228)
综合测试试题(一)	(232)
综合测试试题(二)	(238)
参考答案	(245)

典型试题题解

第一部分 基本概念和基础理论

物质的组成、性质和分类

例 1** 下列物质属于纯净物的是 ()

- A. 汽油 B. 水玻璃 C. 王水 D. 干冰

【分析】 纯净物是由同种物质或同类分子组成的物质,有固定的组成和固定的性质;而混合物是由不同物质或不同类分子组成,没有固定的组成和固定的性质。

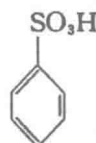
该题中的汽油是由多种烃组成的;水玻璃是硅酸钠(Na_2SiO_3)的水溶液;王水是浓硝酸和浓盐酸的混合物,以上均为混合物,干冰是二氧化碳固体,是由二氧化碳分子组成的,是纯净物。

解 D

例 2*** 下列物质中的硫元素以游离态存在的是 ()

- A. 硫铁矿 B. 芒硝 C. 黑火药 D. 苯磺酸

【分析】 自然界中的元素有两种存在状态,以单质形态存在的元素称游离态。以化合物形态存在的元素称为化合态。硫铁矿的主要成分是 FeS_2 ,芒硝的化学式为 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$,苯磺酸的化学

式为 ,以上物质中,硫都以化合态存在。黑火药是 KNO_3 、S、C 的混合物,其中硫是以单质的形态存在的。所以黑火药中的硫是以游离态存在的。

解 C

例 3*** 下列变化,属于化学变化的是 ()

- A. 石油分馏 B. 由氯气变成液氯 C. 熟石膏与水混合得到石膏 D. 电解质溶液导电

【分析】 判断一个变化是属于物理变化还是化学变化的依据是有没有新物质生成。物质发生变化而没有生成新物质是物理变化。在物理变化中,原物质的化学组成保持不变。物质变化时生成了新的物质,是化学变化。在化学反应中,原物质的化学组成被破坏,物质中的原子重新组合生成了新的物质。题中所给的石油分馏是根据熔点不同,把各物质分离出来,并无新物质生成;由氯气到液氯,只是分子聚集状态的变化,也无新物质生成;熟石膏($2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)与水反应生成了石膏($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$),物质的化学组成发生了变化,属化学变化;电解质溶液的导电过程,就是电解质溶液的电解过程,电解时,阳离子在阴极上得到电子发生还原反应,阴离子在阳极上失去电子发生氧化反应。在氧化—还原反应过程中,有新物质生成,属于化学变化。

解 C D

例 4** 下列叙述中正确的是

- A. 三个氢原子和一个氮原子构成一个氨气分子 B. 氨气是由三个氢原子和一个氮原子组成
C. 氨气分子是由氢元素和氮元素组成 D. 氨气是由氢和氮组成

【分析】 组成与构成是两个含义不同的词。“组成”用于表示物质的宏观组分,对于混合物应该

用组成来表示其组分,例如空气是由 O_2 、 N_2 等组成的,对于物质的元素组分也用组成来表示,例如二氧化碳是由碳元素和氧元素组成的。“构成”用于表示物质的微观结构,例如水是由水分子构成,水分子由 2 个氢原子和 1 个氧原子构成,氧原子由氧原子核和核外电子构成等等。题中氮气的组成是氮、氢两种元素,氮气分子的构成是三个氢原子、一个氮原子,所以只有 A 是正确的。

解 A

例 5*** 判断下列说法的对错:

(1)含有氧元素的化合物就是氧化物; ()

(2)水溶液呈酸性的化合物就是酸,水溶液呈碱性的化合物就是碱。 ()

【分析】 (1)氧化物是由氧和另一种元素组成的化合物,例如 CO_2 、 Fe_2O_3 等,但对 H_2SO_4 来说,它也是含氧元素的化合物,但它不是由氧和另一种元素组成,而是由氧和另两种元素组成,是一种酸,所以此说法是错误的。

(2)能电离出氢离子并且全部阳离子都是氢离子,这一类电解质叫酸。从化学组成上看,酸仅由氢和酸根两部分组成,例如硝酸能电离出 H^+ 和 NO_3^- 。但对 $NaHSO_4$ 溶液来说,也能电离出 H^+ ,溶液呈酸性,但电离出的阳离子中还有 Na^+ ,不全是 H^+ 。虽然 $NaHSO_4$ 溶液呈酸性,但它并不是酸,而是酸式盐。能电离出氢氧根离子并且全部阴离子都是氢氧根离子,这一类电解质叫碱。从化学组成上看,碱仅包含金属(或铵根)和氢氧根两部分。例如氢氧化钠溶液,能电离出 Na^+ 和 OH^- 。但对 Na_2S 溶液来说,它在水中水解有 OH^- 生成,呈碱性。但电离出的阴离子还有 S^{2-} 、 HS^- ,不全是 OH^- ,所以虽然 Na_2S 溶液呈碱性,但它并不是碱,而是强碱弱酸盐。

答:(1)×;(2)×。

例 6* 下列各组物质,互为同素异形体的是 ()

A. 硬水和软水; B. 硫酸和亚硫酸; C. 白磷和红磷; D. ^{12}C 和 ^{13}C 。

【分析】 由同一种元素组成的不同性质的单质叫同素异形体,如 O_2 和 O_3 等。

答 C

化学用语和化学量

例 1*** 能正确表示下列反应的离子方程式是 ()

A. 硫化亚铁跟盐酸反应 $FeS + 2H^+ = Fe^{2+} + H_2S \uparrow$

B. 氯气跟水反应 $Cl_2 + H_2O = 2H^+ + Cl^- + ClO^-$

C. 钠跟水的反应 $Na + 2H_2O = Na^+ + 2OH^- + H_2 \uparrow$

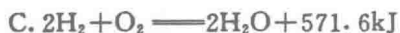
D. 将氯气通入氯化亚铁溶液中 $2Fe^{2+} + Cl_2 = 2Fe^{3+} + 2Cl^-$

【分析】 用实际参加化学反应的离子的符号来表示化学反应的式子叫离子方程式。离子反应方程式可以表示反应的实质或同类反应共有的特征。离子方程式只用来表示溶液中有自由离子参加或形成的反应。书写正确的离子反应方程式注意以下几点:一是看反应是否符合事实,例如铁与盐酸反应,产物应该是 Fe^{2+} ,所以对离子方程式 $2Fe + 6H^+ = 2Fe^{3+} + 3H_2 \uparrow$ 来讲不符合事实,是错误的。二是要分清哪些物质在反应中可以写成离子形式,哪些物质不能写成离子形式。一般来说,弱酸、弱碱和水属于难电离的物质,在离子反应方程式中要写成化学式的形式;沉淀和气体属于难溶的物质,在离子反应方程式中也要写成化学式的形式。三是要检查离子反应方程式两边各元素的原子个数和电荷数是否相等。四是看等号、可逆号是否写错。对弱酸、弱碱的电离、盐类水解等可逆

反应,应用“ \rightleftharpoons ”。此题中B把弱电解质HClO写成 H^+ 和 ClO^- 的形式是错误的,应写成化学式HClO的形式。C中离子反应方程式两边虽然原子个数相等,但电荷数不相等, Na 和 Na^+ 的系数应为2。A、D符合离子反应方程式的要求,是正确答案。

解 A D

例 2*** 1g 氢气燃烧生成液态水放出 142.9kJ 的热量,表示该反应的热化学方程式正确的是 ()



【分析】解此题关键是掌握热化学方程式的写法和应用热化学方程式进行计算。热化学方程式是建立在化学反应方程式基础上的,与化学反应方程式的区别是这种方程式可以表明反应吸收或放出的热量和反应物、生成物的聚集状态。其中“+”表示放热,“-”表示吸热。此题四个答案中均是 2mol 氢气参加反应的热化学方程式,按已知条件,每克气态氢气燃烧生成液态水放出 142.9kJ 热量,那么 2mol H_2 燃烧生成液态水放出的热量应为 $142.9 \times 4 = 571.6(kJ)$,所以 A 答案是错误的。C 答案没有标明反应物和生成物的凝聚状态,也是错误的;D 答案表示的是吸收了 571.6kJ 的热量,也是错误的。只有 B 答案符合要求,是正确的。

解 B

例 3***** 某金属元素 R,其氧化物的分子量为 m,相同价态氯化物的分子量为 n,则金属 R 的化合价为 ()

A. $\frac{n-m}{19.5}$ B. $\frac{m-n}{3.5}$ C. $\frac{2n-m}{55}$ D. $\frac{n-m}{35.5}$

【分析】要理解化合价、分子式、分子量等化学用语的意义。我们设金属 R 的化合价为 x,R 的原子量为 M,则 R 的氧化物分子式为 R_2O_x ,氯化物的分子式为 RCl_x 。根据分子量的概念,分子量就是该物质的一个分子中各原子的原子量的总和,得:

$$2M+16x=m \quad (1)$$

$$M+35.5x=n \quad (2)$$

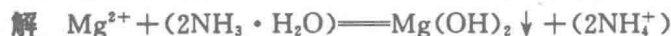
$$(2) \times 2 - (1) \text{ 得 } x = \frac{2n-m}{55}, \text{ 与答案中的 C 相符。}$$

解 C

例 4*** 完成下列离子方程式。



【分析】完成这种类型的离子方程式既要符合书写原则,又要填满空格。从 $Mg^{2+} \rightarrow Mg(OH)_2 \downarrow$,必须使 Mg^{2+} 与碱或水反应。如果用强碱与 Mg^{2+} 反应,就会形成这样的离子反应方程式: $Mg^{2+} + OH^- = Mg(OH)_2 \downarrow$,这就不满足题目要求;若用水与 Mg^{2+} 反应,作为弱碱盐的水解也不符合题意要求,因为水解通常是不产生沉淀的可逆反应。当用弱碱与 Mg^{2+} 反应时, $Mg^{2+} + (2NH_3 \cdot H_2O) = Mg(OH)_2 \downarrow + (2NH_4^+)$,正好符合题意。



物质的量的单位——摩尔

例 1** 下列叙述中正确的是

()

- A. 在标准状况下, 1mol 任何物质的体积都约是 22.4L。
 B. 1L 水中吸收 5molNH₃, 该溶液的摩尔浓度为 5mol/L。
 C. 1g 液态二氧化碳和 1g 气态 CO₂ 所含分子数相同。
 D. 1mol 水和 22.4L 水蒸气所含分子数相同。

【分析】 掌握气体摩尔体积这个概念, 应从以下四点出发, 且缺一不可。1. 标准状况下, 2. 1mol, 3. 任何气体, 4. 体积约占 22.4L。所以答案 A、D 都是错误的。A 中如果是 1mol 的固体或液体物质, 体积就不是 22.4L, D 中没有提到在标准状况下, 无此条件, 22.4L 水蒸气就不一定是 1mol 的水蒸气。对于物质的量浓度来说, 应该是以 1L 溶液里含有多少摩尔溶质来表示的溶液浓度。B 答案中 NH₃ 溶于水, 溶质有 NH₃、NH₃·H₂O、NH₄⁺ 等, 各种离子的含量都小于 5mol, 而且 1L 水是溶剂的体积, 并不是溶液的体积。所以是错误的。

解 C

例 2*** 0.5molH₂SO₄ 和 ___ molFeCl₃ 所含离子总数相等。

【分析】 此题涉及到物质的量与物质的微粒数之间的关系。∵H₂SO₄ = 2H⁺ + SO₄²⁻ 即每摩尔 H₂SO₄ 电离出的离子的量为 3mol。而每摩尔物质含有 6.02×10²³ 个微粒。∴0.5molH₂SO₄ 所含离子总数为: 0.5×6.02×10²³×3=9.03×10²³。又∵FeCl₃ = Fe³⁺ + 3Cl⁻ 即每摩尔 FeCl₃ 电离出的离子的量为 4mol。∴与 0.5molH₂SO₄ 所含离子总数相等的 FeCl₃ 的物质的量为: 9.03×10²³÷4÷6.02×10²³=0.375(mol)。物质的量是化学计算的核心。

$$\begin{array}{c}
 \text{物质的量浓度 (mol/L)} \\
 \left. \begin{array}{c} \times \text{溶液体积 (L)} \\ \div \text{溶液体积 (L)} \end{array} \right\} \\
 \text{物质的微粒数} \xrightarrow{\frac{\times 6.02 \times 10^{23} / \text{mol}}{\div 6.02 \times 10^{23} / \text{mol}}} \text{物质的量 (mol)} \xrightarrow{\frac{\times \text{摩尔质量 (g/mol)}}{\div \text{摩尔质量 (g/mol)}}} \text{物质的质量 (g)} \\
 \left. \begin{array}{c} \div 22.4 \text{ L/mol} \\ \times 22.4 \text{ L/mol} \end{array} \right\} \\
 \text{标况下气体体积 (L)}
 \end{array}$$

解 0.375

例 3*** 400mLNaOH 溶液中含 3.01×10²³ 个溶质的离子, 该溶液的物质的量浓度为 ()

- A. 0.625mol/L; B. 0.5mol/L; C. 1.25mol/L; D. 1mol/L

【分析】 物质的微粒数与物质的量浓度之间的关系需要物质的量这个桥梁来连接。

∵NaOH=Na⁺+OH⁻, NaOH 与溶液中溶质的离子的物质的量之比为 1:2, 溶质离子的总数为 3.01×10²³

$$\text{即溶质离子的物质的量为 } \frac{3.01 \times 10^{23}}{6.02 \times 10^{23}} = 0.5(\text{mol})$$

$$\therefore \text{溶质 NaOH 物质的量为: } \frac{0.5}{2} = 0.25(\text{mol})$$

$$\therefore 400\text{mLNaOH 溶液的物质的量浓度为: } 0.25 \div 0.4 = 0.625(\text{mol/L}).$$

解 A

例 4**** 两烧杯中各加入相同体积的 3mol/L 硫酸, 置于天平的左右两个托盘上, 调节天

平,使之达到平衡。向一个烧杯中加入 10.8g 铝,向另一个烧杯中加入 10.8g 镁。问反应完毕后,天平可能会发生怎样的变化?

【分析】 此题虽然只是简单的金属与酸的反应的计算,但因为题中硫酸的体积数没有给出,所以,当金属镁、铝分别与硫酸进行反应时,要看哪种物质全部反应,哪种物质过量。



铝的物质的量为: $10.8 \div 27 = 0.4(\text{mol})$ 镁的物质的量为: $10.8 \div 24 = 0.45(\text{mol})$

经分析,可能有以下三种情况:

(1)硫酸过量时,由以上反应方程式可知,0.4mol 铝可置换 0.6mol 氢,而 0.45mol 镁只能置换 0.45mol 氢。铝置换出的氢气多,因而放铝的一端天平托盘升高。

(2)硫酸不足且两种金属都过量时,两烧杯中 H_2SO_4 完全参加反应,反应产生的氢气体积相等,因而天平仍保持平衡。

(3)0.4mol 铝完全反应时所需 3mol/L 硫酸的体积为: $\frac{0.4 \times 3}{2 \times 3} = 0.2(\text{L})$ [根据(1)式进行计算]

0.45mol 镁完全反应时所需 3mol/L 硫酸的体积为: $\frac{0.45 \times 1}{1 \times 3} = 0.15(\text{L})$ [根据(2)式进行计算]

如硫酸的体积介于 0.2L 和 0.15L 之间,则镁完全反应,而铝有剩余,此时放入镁的烧杯产生的氢气仍为 0.45mol,放入铝的烧杯产生的氢气虽不到 0.6mol,但仍比 0.45mol 多,因而放铝的一端天平托盘升高。

例 5***** 一氧化碳和氢气混合气体 100mL,通入过量氧气,点燃爆炸,体积变为 60mL,加入适量氢氧化钠溶液,充分摇动后,体积变为 20mL;求原来混合气体中,一氧化碳、氢气以及通入的氧气的体积各多少毫升(标准状况下)?

【分析】 标准状况下这个条件很重要。在这个条件下,生成的水是液态的,而且,在这个条件下,可以利用阿佛加德罗定律的推论来进行计算。当 100mL 一氧化碳和氢气通入过量氧气反应后体积变为 60mL,这 60mL 气体中,有过量的氧气,有一氧化碳和氧气反应得到的二氧化碳。当这 60mL 气体通入适量的氢氧化钠溶液充分反应后,二氧化碳完全被氢氧化钠溶液吸收,剩余的 20mL 气体为过量的氧气,由此可知被吸收的二氧化碳的量为 40mL,应用阿佛加德罗定律的推论,可算出生成二氧化碳的一氧化碳的体积,从而得出氢气和通入氧气的体积。

解: 1. 求 CO 气体的体积



点燃爆炸后的气体,加入适量 NaOH 溶液,振荡后,体积由 60mL 变为 20mL。因为产物中 CO_2 能与 NaOH 溶液作用,被溶液吸收,所以 CO_2 气体体积为 $60 - 20 = 40(\text{mL})$ 。由 $2\text{CO} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{CO}_2$, 根据阿佛加德罗定律的推论,CO 与 CO_2 的体积之比等于 CO 与 CO_2 的物质的量之比, $n_{\text{CO}} : n_{\text{CO}_2} = V_{\text{CO}} : V_{\text{CO}_2} = 2 : 2$ 所以 CO 的体积为 40mL。

2. 求 H_2 的体积:

原混合气体为 100mL,今 CO 为 40mL;所以 H_2 的体积为 $100 - 40 = 60(\text{mL})$

3. 求通入氧气的体积:根据阿佛加德罗定律的推论,由(1)、(2)方程式可得:

与氢气反应的氧气的体积: $V_{\text{H}_2} : V_{\text{O}_2} = n_{\text{H}_2} : n_{\text{O}_2} = 2 : 1$

$$\text{即 } 60 : V_{O_2} = 2 : 1 \quad V_{O_2} = 30(\text{mL})$$

同理,与CO反应的O₂的体积为: $\frac{40 \times 1}{2} = 20(\text{mL})$ 混合气体点燃爆炸后,气体变为60mL,其中CO₂的体积为40mL,所以有60-40=20(mL)是没有参加反应的O₂。

∴通入的氧气的体积为:30+20+20=70(mL)

答:原来混合气中,CO是40mL,H₂是60mL,通入的氧气是70mL。

例6**** 将Na₂CO₃和NaOH的混合物1.53g溶解于水,用浓度为0.1mol/L的盐酸中和后加入浓度为0.35mol/L的AgNO₃溶液,得到5.0225g沉淀。求混合物中Na₂CO₃,NaOH的质量以及所用盐酸和AgNO₃溶液的毫升数。

【分析】 从5.0225gAgCl沉淀,可以算出AgNO₃和NaCl的物质的量,从而得出所用盐酸和AgNO₃溶液的毫升数。再由盐酸物质的量列方程解出Na₂CO₃和NaOH的质量。

解:(1)求用去盐酸的毫升数和AgNO₃的毫升数:



溶液中加入AgNO₃,生成的沉淀为AgCl,物质的量为: $\frac{5.0225}{143.5} = 0.035(\text{mol})$

设xmolNaCl与ymolAgNO₃反应生成0.035molAgCl沉淀。



$$\begin{array}{ccc} 1 & 1 & 1 \\ y & x & 0.035 \end{array}$$

$$\text{得 } x = 0.035(\text{mol}) \quad y = 0.035(\text{mol})$$

设X₁为HCl的体积数,Y₁为AgNO₃的体积数

依(1)、(2)方程式得,HCl的物质的量与NaCl物质的量相等,则0.1·X₁=0.035

$$X_1 = 0.35(\text{L}) = 350(\text{mL}) \quad 0.35 \cdot Y_1 = 0.035 \quad Y_1 = 0.1(\text{L}) = 100(\text{mL})$$

2. 求混合物中Na₂CO₃,NaOH的质量:

设混合物中含Na₂CO₃X₂g,NaOHY₂g

$$\begin{cases} X_2 + Y_2 = 1.53 \\ \frac{2X_2}{106} + \frac{Y_2}{40} = 0.035 \end{cases} \text{〔由(1)、(2)方程式可得Na}_2\text{CO}_3\text{和NaOH耗HCl物质的量〕}$$

$$X_2 = 0.53(\text{g}) \quad Y_2 = 1(\text{g})$$

答:混合物中Na₂CO₃的质量为0.53g,NaOH的质量为1g。用去盐酸350mL,AgNO₃溶液100mL。

例7** 求标准状况下氨气的密度。

【分析】 虽然题中并无氨气质量和体积的数值,但一提到标准状况下就隐含有一个非常有用的已知数:22.4L/mol,有了这个数就可以再利用氨气的摩尔质量来求氨气的密度了。

解:标准状况下氨气的密度为: $\frac{17\text{g/mol}}{22.4\text{L/mol}} \doteq 0.76\text{g/L}$

答:标准状况下氨气的密度为0.76g/L。

例8** 在标准状况下,把___L氯化氢气体溶于水可配成500mL、2mol/L的盐酸溶液,这种盐酸溶液的密度是1.03g/cm³,这溶液中溶质的质量分数为___%。

【分析】 由溶液的物质的量浓度和溶液的体积可求出溶质的物质的量,再利用气体摩尔体积

得出溶质的体积。由物质的量浓度换算到溶质的质量分数可直接应用溶质的质量分数公式计算。

氯化氢的物质的量为： $2\text{mol/L} \times 0.5\text{L} = 1\text{mol}$ 。

氯化氢的体积为： $22.4\text{L/mol} \times 1\text{mol} = 22.4\text{L}$

溶质质量分数为： $\frac{2\text{mol/L} \times 0.5\text{L} \times 36.5\text{g/mol}}{1.03\text{g/cm}^3 \times 500\text{mL}} \times 100\% = 7.09\%$

解 22.4 7.09

例 9*** 在标准状况下,下列物质各 1L,具有相同的物质的量的一组是 ()

A. CO_2 和 SO_3 B. PCl_3 和 NH_3 C. HF 和 Cl_2 D. P_2O_5 和 N_2O_4

【分析】 在标准状况下, P_2O_5 、 SO_3 为固体, PCl_3 为液体, CO_2 、 HF 、 Cl_2 、 NH_3 、 N_2O_4 为气体。体积相同,物质的量也相同的一定是气体,题中只有 C 组的两种物质都是气体,反以 C 是正确答案。

解 C

例 10*** 一定量的 14% 的氢氧化钾溶液,若将其蒸发掉 100g 水后,其溶质质量分数恰好增大 1 倍,变为 28%,体积为 125mL,则浓缩后的氢氧化钾溶液的物质的量浓度为 ()

A. 2.2mol/L B. 4mol/L C. 5mol/L D. 6.25mol/L

【分析】 应用物质的量浓度概念、物质的量与物质的质量之间关系、稀释定律进行计算。

设原 KOH 溶液质量为 $x\text{g}$,根据稀释定律: $x \cdot 14\% = (x - 100) \times 28\%$,解得 $x = 200(\text{g})$

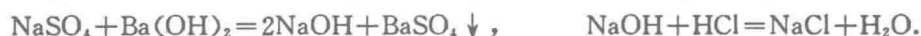
\therefore KOH 的物质的量: $(200 \times 14\%) / 56 = 0.5(\text{mol})$

KOH 的物质的量浓度: $0.5 / (125 \times 10^{-3}) = 4(\text{mol/L})$

解 B

例 11*** 把一定量的 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 、 Na_2SO_4 的混合物溶解在 200mL 1mol/L 的盐酸中,完全反应后,生成 2016mL 干燥的 CO_2 (标准状况),然后加入 400mL 0.1mol/L 的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液,使 SO_4^{2-} 完全沉淀,再加入 40mL 1mol/L 的盐酸,恰好把溶液中过量的碱中和,最后把所得沉淀分离出来,得干燥的 BaSO_4 为 1.48g,试求该混合物中三种化合物的质量分数。

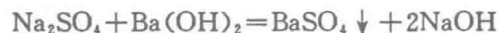
【分析】 解答该题要分析清楚几种物质的量之间的关系,根据化学反应式

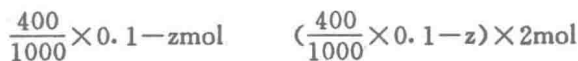


BaSO_4 的物质的量等于 Na_2SO_4 的物质的量,

CO_2 的物质的量等于 NaHCO_3 与 Na_2CO_3 的物质的量之和,第一次和第二次的盐酸共消耗在以下四处:(1)与 NaHCO_3 反应,(2)与 Na_2CO_3 反应,(3)与反应过程中生成的 NaOH 反应,(4)与跟 Na_2SO_4 反应所余的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 反应。

解:设 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 、 Na_2SO_4 分别为 x 、 y 、 $z\text{mol}$ 。





根据题意得：

$$\begin{cases} x + y = \frac{2016}{22400} \\ z = \frac{1.48}{233} \\ \frac{200}{1000} \times 1 + \frac{40}{1000} \times 1 = 2x + y + 2z + \left(\frac{400}{1000} \times 0.1 - z\right) \times 2 \end{cases}$$

解得： $x = 0.07(\text{mol})$ $y = 0.02(\text{mol})$ $z = 0.00635(\text{mol})$

$$\text{Na}_2\text{CO}_3\% : \frac{0.07 \times 106}{0.07 \times 106 + 0.02 \times 84 + 0.00635 \times 142} \times 100\% = 74.2\%$$

$$\text{NaHCO}_3\% : \frac{0.02 \times 84}{0.07 \times 106 + 0.02 \times 84 + 0.00635 \times 142} \times 100\% = 16.8\%$$

$$\text{Na}_2\text{SO}_4\% : 100\% - 74.2\% - 16.8\% = 9\%$$

答：混合物中三种化合物的质量分数为：74.2%的 Na_2CO_3 、16.8%的 NaHCO_3 、9%的 Na_2SO_4 。

氧化—还原反应

例 1*** 根据反应式：(1) $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- = 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ (2) $\text{Br}_2 + 2\text{Fe}^{2+} = 2\text{Br}^- + 2\text{Fe}^{3+}$ ，可判断离子的还原性从强到弱的顺序是 ()

A. Br^- 、 Fe^{2+} 、 I^- B. I^- 、 Fe^{2+} 、 Br^- C. Br^- 、 I^- 、 Fe^{2+} D. Fe^{2+} 、 I^- 、 Br^-

【分析】 对于此类反应：氧化剂+还原剂=还原产物+氧化产物，其氧化还原性有如下规律：还原剂的还原性>还原产物的还原性，氧化剂的氧化性>氧化产物的氧化性。据此规律，由(1)式可知 $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+}$ ，由(2)式可知 $\text{Fe}^{2+} > \text{Br}^-$ ，因此答案为 B。

解 B

例 2***** 0.1mol/L Na_2SO_3 溶液 30mL，恰好将 $2 \times 10^{-3}\text{mol}$ 的 XO_4^- 离子还原，则 X 元素在还原产物中的化合价是 ()

A. +1 B. +2 C. +3 D. +4

【分析】 在解这道题时，首先应弄清此氧化—还原反应中哪种物质是氧化剂，哪种物质是还原剂。因为 Na_2SO_3 将 XO_4^- 离子还原，所以 Na_2SO_3 是还原剂， XO_4^- 是氧化剂。还原剂在反应中 $\overset{+4}{\text{S}}\text{O}_3^{2-} \xrightarrow{-2e} \overset{+6}{\text{S}}\text{O}_4^{2-}$ 失去电子，失去电子的物质的量为 $0.1 \times 0.03 \times 2(\text{mol})$ ；氧化剂在反应中 $\overset{+7}{\text{X}}\text{O}_4^- \xrightarrow{(+7-a)e} \overset{a}{\text{X}}$ (设 X 元素在还原产物中的化合价为 a) 得到电子，得电子的物质的量为 $2 \times 10^{-3}(7-a)(\text{mol})$ ，根据还原剂失去电子总数等于氧化剂得到电子总数，则：

$$0.1 \times 0.03 \times 2 = 2 \times 10^{-3}(7-a) \quad \text{解得 } a = 4$$

解 D

例 3*** 下列各答案中,只具有还原性的是 ()

- A. $\overset{-2}{S}$ B. $\overset{0}{S}$ C. $\overset{+4}{S}$ D. $\overset{+6}{S}$

【分析】 在氧化—还原反应中,得到电子的物质是氧化剂,失去电子的物质是还原剂。氧化剂具有氧化性,还原剂具有还原性。只能得到电子而不能失去电子的物质就只具有氧化性,只能失去电子而不能得到电子的物质就只具有还原性。既能得到电子又能失去电子的物质就既具有氧化性,又具有还原性。对于此题而言, $\overset{-2}{S}$ 是最低价态的硫,只能失去电子,所以只具有还原性。 $\overset{+6}{S}$ 是最高价态的硫,只能得到电子,所以只具有氧化性。 $\overset{0}{S}$ 、 $\overset{+4}{S}$ 是中间价态的硫,既可以得到电子变为低价态的硫,又可以失去电子变为高价态的硫,所以, $\overset{0}{S}$ 、 $\overset{+4}{S}$ 既具有氧化性,又具有还原性。总之,对于具有多个价态的元素来说,最低价态的只具有还原性,最高价态的只具有氧化性,中间价态的既具有氧化性又具有还原性。

解 A

例 4*** 在铜和稀 HNO_3 的反应中,如果有 1mol 硝酸被还原了,则被氧化的铜的物质的量为 ()

- A. $\frac{3}{8}$ mol B. $\frac{8}{3}$ mol C. $\frac{3}{2}$ mol D. $\frac{2}{3}$ mol

【分析】 这道题实际上还是考查氧化—还原反应的有关概念。首先,我们看一下铜与稀硝酸反应的方程式:

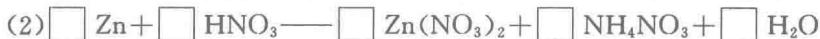
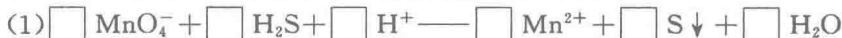
$3Cu + 8HNO_3(\text{稀}) \longrightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO \uparrow + 4H_2O$ 。从氮的化合价变化可以看出,每当有 2mol NO 生成,就有 2mol HNO_3 被还原,3mol Cu 被氧化,所以,被氧化的铜的物质的量与被还原的硝酸的物质的量之比为 3:2。

设有 1mol HNO_3 被还原时,被氧化的铜为 x mol

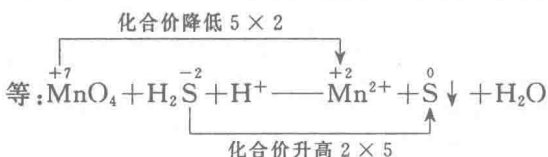
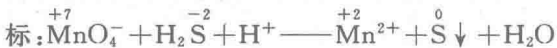
$$3:2 = x:1 \quad x = \frac{3}{2} \text{ mol}$$

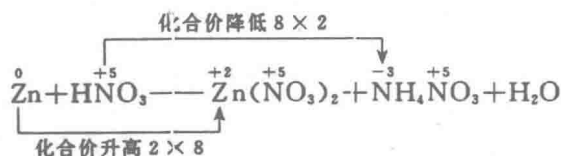
解 C

例 5*** 配平下列化学方程式,将系数填在空格内



【分析】 配平氧化—还原反应方程是非常重要的内容。无论用哪一种方法配平,始终遵循着在氧化—还原反应中得失电子的数目相等的原则。教材中介绍的化合价升降法,其规律可概括为一标(标出发生氧化—还原反应的各元素的化合价)、二等(采用对变价元素的追踪观察,使升高价数总和与降低价数总和相等)、三定(确定含变价元素的物质的系数)、四平(用观察法配平其它各物质的系数)、五查(查对反应前后原子个数是否相等,若是离子方程式,还要检查离子电荷数是否相等),最后将方程式中的短线变为等号。具体如下:





定,对于第一个氧化—还原反应方程式来说, $\overset{+7}{\text{Mn}}$ 全部转化为 $\overset{+2}{\text{Mn}}$, $\overset{-2}{\text{S}}$ 全部转化为 $\overset{0}{\text{S}}$,我们把这类氧化剂和还原剂全部都参加的氧化—还原反应叫全部氧化—还原反应。对于全部氧化—还原反应,双线桥上所乘的系数即为各物质前的系数。



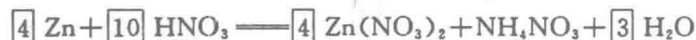
对于第二个氧化—还原反应来说,虽然 $\overset{0}{\text{Zn}}$ 全部转化为 $\overset{+2}{\text{Zn}}$,但 HNO_3 中 $\overset{+5}{\text{N}}$ 没有完全转化为 $\overset{-3}{\text{N}}$,在生成物中还有 $\overset{+5}{\text{N}}$ 。像这类氧化剂或者还原剂只是部分参加的氧化—还原反应叫部分氧化—还原反应。我们把没有完全参加氧化—还原反应的物质叫介质(如 HNO_3)。Zn的系数由双线桥上所乘的系数来确定,即为8。介质 HNO_3 的系数应由参加氧化—还原反应的 HNO_3 个数和未参加氧化—还原反应的 HNO_3 的个数的和来确定。参加氧化—还原反应的 HNO_3 的系数是双线桥上所乘的系数2,未参加氧化—还原反应 HNO_3 的系数应由 $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{NH}_4(\text{NO}_3)_2$ 的系数的和来确定。因为Zn的系数为8,所以 $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 的系数为8;因为参加氧化—还原反应的 HNO_3 的系数为2,所以 NH_4NO_3 作为还原产物,系数也是2(2个 $\overset{+5}{\text{N}}$ 只能转变为2个 $\overset{-3}{\text{N}}$),故 HNO_3 总的系数应为 $2+8 \times 2+2=20$ 。



平,用观察法配平其它物质的系数,把单线变成等号。

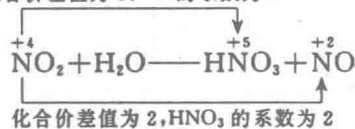


检查原子个数是否相等的同时,必须检查离子电荷数是否相等。



如果氧化—还原反应是发生在不同物质同一元素之间,我们把这种氧化—还原反应叫歧化反应。歧化反应配平时,最高价态与中间价态化合价的差值就是最低价态物质的系数,最低价态与中间价态化合价的差值就是最高价态物质的系数。如:

化合价差值为1,NO的系数为1



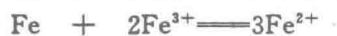
最后用观察法配平其它物质的系数。 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$

解 (1) 2 5 6 2 5 8 (2) 8 20 8 2 6

例 6***** 5.6g 铁加入含硝酸铁 0.3mol 的溶液中,充分反应后 ()

- A. 铁全部被氧化, Fe^{3+} 全部被还原 B. 铁全部被氧化, Fe^{3+} 部分被还原
C. 铁部分被氧化, Fe^{3+} 全部被还原 D. 铁部分被氧化, Fe^{3+} 部分被氧化, Fe^{2+} 部分被还原

【分析】 铁加入到硝酸铁中后,会发生氧化—还原反应:



1mol 2mol


$\frac{5.6}{56}$ mol 0.3mol

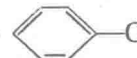
经计算， Fe^{3+} 剩余 0.1mol，Fe 全部被氧化。

解 B

例 7*** 下列反应中，气体反应物只能作还原剂的是 ()

- A. 氯气溶于水
- B. 二氧化碳通入苯酚钠的水溶液
- C. 一氧化氮与硝酸反应生成三氧化二氮和水
- D. 二氧化氮与水反应

【分析】只能作还原剂的物质在发生氧化—还原反应时，其中某元素一定失去电子，或者说某元素化合价一定升高。氯气溶于水后发生如下反应： $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCl} + \text{HClO}$ ， Cl_2 中的氯元素由零价变为 -1 价和 +1 价， Cl_2 既是氧化剂又是还原剂。 CO_2 和苯酚钠反应如下： + $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$

 + NaHCO_3 。这个反应没有化合价的升降，即没有得失电子，根本不是氧化—还原反应，更谈不上哪种物质是还原剂了。 NO 与 HNO_3 的反应为 $4\text{NO} + 2\text{HNO}_3 = 2\text{N}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ，反应中 NO 的氮元素由 +2 价变为 +3 价，氮元素被氧化， NO 是还原剂。 NO_2 与 H_2O 反应为 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ ，氮元素由 +4 价变为 +5 价和 +2 价， NO_2 既是氧化剂又是还原剂。

解 C

例 8**** 按下列反应式，在水溶液中 N_2H_5^+ 离子将 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} ： $\text{N}_2\text{H}_5^+ + 4\text{Fe}^{3+} \longrightarrow 4\text{Fe}^{2+} + \text{Y} + \dots$ 。作为 N_2H_5^+ 离子的氧化产物 Y 可能是_____。

【分析】 $4\text{Fe}^{3+} \longrightarrow 4\text{Fe}^{2+}$ 说明在这个氧化—还原反应中得失电子的数目为 4mol，而且 Fe^{3+} 为氧化剂， N_2H_5^+ 为还原剂。既然 N_2H_5^+ 为还原剂，在反应中，在 N_2H_5^+ 中只能是氮元素化合价升高。为了满足失电子数为 4mol，-2 价的氮 (N_2H_5^+) 只有被氧化成零价的氮 (N_2) 才能满足题中要求。

解 N_2

例 9** 下列反应能否发生，说明理由。

- A. 铁屑投入 FeCl_2 溶液中；
- B. MnO_2 与稀盐酸混合；
- C. 在酸性条件下 Fe^{2+} 与 NO_3^- 混合；
- D. 常温下 H_2 通过 CuO 粉末。

【分析】两种物质能否发生氧化还原反应，取决于氧化剂、还原剂的相对强弱，同种物质的氧化性或还原性的强度又与浓度的大小、酸碱性、温度的高低等有关。

解：A 不反应，因为 Fe 和 Fe^{2+} 处于相邻价态，同种元素的相邻价态微粒间不发生氧化—还原反应；B 不反应，因为在稀盐酸中， MnO_2 的氧化性弱，不能将 Cl^- 氧化成 Cl_2 ；C 能发生反应，因为 NO_3^- 在酸性条件下，具有强的氧化性，可将 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+} ；D 不反应，因为 H_2 具有还原性，但只有在高温条件下才表现出来。

溶 液

例 1** 配制 0.5mol/L 硫酸溶液 500mL，有人设计了四步操作：

- A. 将浓硫酸加入已盛水的烧杯中。
- B. 用移液管(或滴定管)量取 15mL 90% 的浓硫酸。
- C. 算出所需硫酸为 24.5g，并换算成应取浓硫酸(98%，密度为 1.84g/cm³)15mL

D. 冷却后沿玻璃棒注入 500mL 容量瓶中，并多次洗涤烧杯，洗涤液也移入容量瓶，缓慢地加入蒸馏水，到接近标线 2—3cm 处，改用胶头滴管加入，恰到好处为止。塞紧瓶塞，反复摇匀。

这四个步骤正确的顺序应是_____。

【分析】关于摩尔溶液的配制，具体可经过以下七步：计算、称量、溶解、转移(把烧杯中溶解好