

中等专业学校

化学学习指导与习题



张冬菊
房磊 主编

石油大学出版社

前 言

为了适应中等专业学校化学教学的急需,指导中专学生的化学学习,加强基本技能训练,提高化学教学质量,我们邀请了全国部分重点中等专业学校中具有丰富教学经验的高级讲师、讲师编著了本书。

本书以国家教委1988年审订的中等专业学校非化工专业“化学教学大纲”为依据,分十章编写。每章由内容概述、学习要求、重点难点、学习方法与应注意的问题、典型题解和单元练习题等六部分组成。在编著过程中,我们力图体现教学大纲对知识、技能的要求,既注意突出教学中的重点和难点,又注意知识的覆盖面,以利于学生全面掌握中专化学的基础知识和基本技能。书中单元练习题题型新颖,内容全面,题量适中,既可供学生单元练习,也可供教师输入计算机做试题库。该书既是中专学生学习化学的重要辅导材料,也是中专化学教师教学的重要参考资料。

本书的编著工作由编著委员会承担。张冬菊、房磊为主编。翟继英、柳美燕、孙冬林、胡娟、叶楚贤、田国胜、栗立、于仁明、翟聚厚、黄京为副主编。其余编委有:李月寒、陈孝明、刘雪梅、李智云、朱刚毅、张连波、张亚南、梁元洁、韩立路、田平亚、李友琴、李新民、项岚、阎凤怀、刘玉林、马加、吴小文(排名不分先后)。高春朵为主审。

限于编著者水平,加之时间仓促,错误和缺点在所难免,我们热忱期待使用本书的老师和同学们批评、指正。

编著者

1993年7月

目 录

第一章 物质的量的单位——摩尔

【内容概述】	(1)
【学习要求】	(2)
【重点、难点】	(3)
【学习方法与应注意的问题】	(3)
【典型题解】	(5)
【单元练习题】	(8)

第二章 碱金属和卤素

【内容概述】	(22)
【学习要求】	(26)
【重点、难点】	(26)
【学习方法与应注意的问题】	(27)
【典型题解】	(34)
【单元练习题】	(37)

第三章 原子结构 化学键和分子结构

【内容概述】	(53)
【学习要求】	(59)
【重点、难点】	(59)
【学习方法与应注意的问题】	(59)
【学习小窍门】	(61)
【典型题解】	(61)
【单元练习题】	(64)

第四章 元素周期律和元素周期表

【内容概述】	(75)
【学习要求】	(77)
【重点、难点】	(77)
【学习方法】	(77)
【应注意的问题】	(79)
【阅读资料】	(81)
【典型题解】	(84)
【单元练习题】	(89)

第五章 重要的非金属元素及其化合物

【内容概述】	(97)
【学习要求】	(102)
【重点、难点】	(102)
【学习方法与应注意的问题】	(103)
【典型题解】	(107)
【单元练习题】	(114)

第六章 化学反应速率与化学平衡

【内容概述】	(135)
【学习要求】	(137)
【重点、难点】	(139)
【学习方法与应注意的问题】	(139)
【典型题解】	(143)
【单元练习题】	(149)

第七章 电解质溶液

【内容概述】	(168)
【学习要求】	(172)
【重点、难点】	(172)

【学习方法与应注意的问题】.....	(172)
【典型题解】.....	(174)
【单元练习题】.....	(180)
第八章 电化学基础知识	
【内容概述】.....	(194)
【学习要求】.....	(195)
【重点、难点】.....	(197)
【学习方法与应注意的问题】.....	(197)
【典型题解】.....	(199)
【单元练习题】.....	(202)
第九章 重要的金属元素及其化合物	
【内容概述】.....	(214)
【学习要求】.....	(222)
【重点、难点】.....	(222)
【学习方法与应注意的问题】.....	(222)
【典型题解】.....	(225)
【单元练习题】.....	(232)
第十章 有机化合物	
【内容概述】.....	(250)
【学习要求】.....	(263)
【重点、难点】.....	(263)
【学习方法与应注意的问题】.....	(263)
【典型题解】.....	(273)
【单元练习题】.....	(278)

第一章 物质的量的单位——摩尔

【内容概述】

一、几个基本概念的含义(见表 1-1)及换算关系(见图 1-1)

表 1-1

概 念	含 义	说 明
摩尔	摩尔是物质的量的单位,一摩尔任何物质中都含有 6.02×10^{23} 个基本单元	摩尔是国际单位制中七个基本单位之一,基本单元可以是分子、原子、离子等
摩尔质量	即一摩尔物质的质量,单位是克·摩尔 ⁻¹ ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)	一摩尔任何原子(或分子)的质量以克为单位在数值上等于其原子量(或分子量)
气体摩尔体积	一摩尔任何气体在标准状况下所占的体积都约为 22.4 升	
物质的量浓度	单位体积中所含溶质的物质的量,单位是摩尔·升 ⁻¹ ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	溶液体积的单位必须用“升”

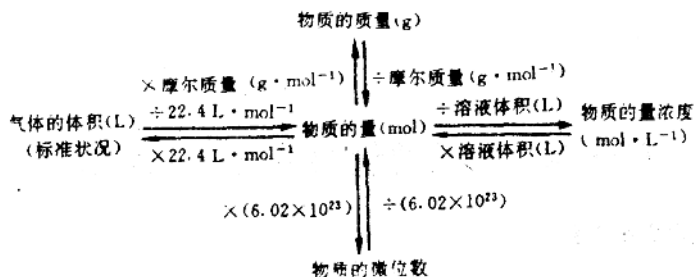


图 1-1

二、化学方程式和热化学方程式

化学方程式一方面揭示了反应物和生成物之间质的关系,即什么物质参加了反应,生成了什么物质;另一方面又揭示了反应物和生成物之间量的关系,即各物质之间的分子个数比、物质的量之比、质量比、气体之间的体积比等。根据这些反应物和生成物之间量的关系,可进行一系列的化学计算。

热化学方程式比普通的化学方程式具有更丰富的内容,它不仅反映出哪些物质参加反应,生成哪些物质,而且揭示了反应过程中的能量变化。

【学习要求】

1. 牢固掌握物质的量、摩尔、摩尔质量、气体摩尔体积、物质的量浓度等基本概念。
2. 熟练掌握以物质的量为中心的一整套计算关系。
3. 理解热化学方程式的意义,了解热化学方程式的写法。
4. 学会使用容量瓶,掌握配制一定物质的量浓度溶液的

方法。

【重点、难点】

物质的量的单位——摩尔,是化学计算的核心。通过摩尔可以把微观的“微粒”数与宏观的物质的质量、物质的体积(包括一定物质的量浓度溶液的体积、气体的体积)、化学反应中的能量等紧密联系起来。所以,本章的重点和关键是弄清“摩尔”这个概念以及物质的量和上述各量之间的关系,并能运用这些关系进行综合计算。

难点是摩尔的意义及物质的量的概念。

【学习方法与应注意的问题】

本章的特点是新知识、新概念较多,需要记忆的分量较大,涉及化学计算方面的内容较丰富。在学习过程中,应注意根据初中学过的基础知识和感性认识去透彻理解有关的新知识、新概念,注意概念之间的相互联系。对于易混淆的概念,要从各个侧面进行分析比较,弄清它们的本质区别与内在联系,在理解的基础上加以记忆,不要死记硬背。还要注意在深刻理解概念的基础上提高运用知识的能力,尤其是计算能力。做到举一反三,灵活运用,避免生搬硬套,机械记忆。

1. 物质的量及其单位——摩尔

物质的量是国际单位制中七个基本物理量之一,它的单位是摩尔,简称摩,用符号 mol 表示。它和长度、质量、时间等物理量一样,是一个物理量的整体名词,“物质的量”四个字不得简化或增添任何字。它与物质的质量是两个不同的物理量。物质的量的单位是摩尔,质量的单位是千克;物质的量只是用

来表示微粒数量的物理量,而质量可表示任何物质的质量,既可以是微观粒子,也可以是宏观物质。

在使用摩尔这一单位时,必须标明所指物质微粒的名称,通常将微粒的符号或名称写在摩尔符号或名称的后面。如 2mol N_2 , 即 2 摩尔氮分子。不能写成 2 摩尔氮,也不可写成 2 摩尔分子氮。

2. 关于气体摩尔体积的概念

(1) “标准状况”是这一概念的前提,因为在一般条件下气体的体积主要受温度和压力两个方面的影响,温度升高时体积增大,压力增大时体积会减小。所以不能说 1 摩尔任何气体所占的体积为 22.4 升时,该气体一定处于标准状况下。也不能说 1 摩尔任何气体在非标准状况下所占的体积就不可能是 22.4 升。

(2) “任何气体”是说可以是一种气体(单质或化合物),也可以是不互相反应的混合气体。

(3) 气体摩尔体积的单位为 $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(4) $22.4\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 是气体摩尔体积的近似值。

3. 关于物质的量浓度的概念

在掌握物质的量浓度这一概念时,要强调溶液的体积规定为 1 升,并非溶剂为 1 升;溶质用多少摩尔表示,而不是用溶质的质量表示;物质的量浓度的单位是 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

4. 根据化学方程式进行计算应注意以下几点

(1) 不纯物质的质量必须换算成纯净物的质量再进行计算。

(2) 如题中告诉了两种反应物的量,应按不足的物质量进行计算。

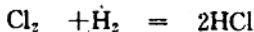
(3) 如反应是一系列的连续过程,找出起始原料与最终产物之间的关系进行运算即可。

(4) 同一物质(反应物或生成物)的有关数据的单位必须一致,不同物质的数据的单位可以不同,但必须符合化学方程式中不同物质间内在的定量关系。

【典型题解】

例1 怎样从1体积氯气和1体积氢气化合生成2体积氯化氢气体这一事实证明氯气和氢气分子都是双原子分子。

解:因为反应是在同一条件下进行的,所以根据阿佛加德罗定律,它们的体积之比应等于它们的分子数之比,即:



1 体积 : 1 体积 : 2 体积

1 分子 : 1 分子 : 2 分子

而2分子氯化氢含有2个氯原子和2个氢原子,分别来源于1分子氯气和1分子氢气,故知氯气和氢气都是双原子分子。

例2 在标准状况下,5.6升 SO_2 和16克 SO_3 ,哪一种气体的分子数多?哪一种气体所含氧原子数多?哪一种气体的质量大?

解题思路分析:要比较物质所含的微粒的多少,首先要把气体体积通过气体摩尔体积换算成物质的量,将物质的质量通过摩尔质量换算成物质的量。根据一摩尔任何物质都含有阿佛加德罗常数个微粒,再进行比较。

解:(1) 在标准状况下,5.6升 SO_2 的物质的量为:

$$n_1 = \frac{5.6 \text{ 升}}{22.4 \text{ 升} \cdot \text{摩尔}^{-1}} = 0.25 \text{ 摩尔}$$

16 克 SO_2 的物质的量为: $n_2 = \frac{16 \text{ 克}}{80 \text{ 克} \cdot \text{摩尔}^{-1}} = 0.2 \text{ 摩尔}$

$\therefore n_1 > n_2$,

$\therefore \text{SO}_2$ 气体的分子数多。

(2) 在 SO_2 分子中, 氧原子的物质的量: SO_2 分子的物质的量 = 2 : 1, 所以, 氧原子的物质的量 $n_3 = 0.25 \times 2 = 0.5 \text{ (mol)}$ 。

在 SO_3 分子中, 氧原子的物质的量: SO_3 分子的物质的量 = 3 : 1, 所以, 氧原子的物质的量 $n_4 = 0.2 \times 3 = 0.6 \text{ (mol)}$ 。

$\therefore n_4 > n_3$,

$\therefore \text{SO}_3$ 气体所含的氧原子数多。

(3) 在标准状况下, 5.6 升 SO_2 的质量:

$$m = \frac{5.6 \text{ 升}}{22.4 \text{ 升} \cdot \text{摩尔}^{-1}} \times 64 \text{ 克} \cdot \text{摩尔}^{-1} = 16 \text{ 克}$$

$\therefore$ 两种气体的质量一样大。

答: (略)。

例 3 在标准状况下, 1 体积的水能溶解 400 体积的氨, 测其密度为 $0.9 \text{ 克} \cdot \text{毫升}^{-1}$, 求氨水的百分比浓度和物质的量浓度。

分析: 解此题的关键是要弄清百分比浓度和物质的量浓度的含义。在此基础上根据已知量, 求出溶质质量、溶液质量、溶质的物质的量、溶液体积等数值, 代入公式进行计算。

解: 1 升水溶解 400 升氨气后, 氨水溶液的总质量为:

$$1000\text{g} + \frac{400\text{L}}{22.4\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 17\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1303.57\text{g}$$

氨水的百分比浓度为:

$$\frac{\frac{400}{22.4} \times 17}{1303.57} \times 100\% = 23.29\%$$

氨水的物质的量浓度 = $\frac{\text{溶质的物质的量}}{\text{溶液体积}}$

$$= \frac{\frac{400}{22.4}}{\frac{1303.57}{0.9} \div 1000}$$

$$= 12.33(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

答：氨水的百分比浓度为 23.29%，物质的量浓度为 12.33 mol · L⁻¹。

例 4 要配制 0.5 mol · L⁻¹ 的稀盐酸 500 毫升，需用 37% (密度为 1.19) 的浓盐酸多少毫升？

分析：这个题目包括了溶液浓度的换算和溶液的稀释。应先把浓盐酸的百分比浓度换算成为物质的量浓度，而后根据稀释前后溶质的量不变进行计算。

溶液的百分比浓度与物质的量浓度之间的关系为：

物质的量浓度 (mol · L⁻¹) =

$$\frac{1000(\text{mL} \cdot \text{L}^{-1}) \times \text{溶液密度}(\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}) \times \text{百分比浓度}}{\text{溶质的摩尔质量}(\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})}$$

解：该浓盐酸的物质的量浓度为：

$$\frac{1000 \times 1.19 \times 37\%}{36.5} = 12.1(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

设需浓盐酸 V 毫升，则

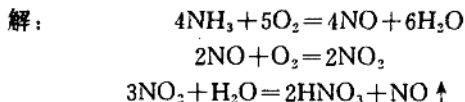
$$12.1 \times V = 0.5 \times 500$$

$$V = 20.7$$

答：需用浓盐酸 20.7 毫升。

例5 由氨氧化法制硝酸,问生产63%的硝酸100千克,在标准状况下需氨气多少升(产率为85%)?

分析:此题为连续多步反应,利用化学方程式,找出它们反应的关系式进行计算。



由于NO循环使用,最后可认为完全变为HNO₃,关系式是 $4\text{NH}_3 \rightarrow 4\text{NO} \rightarrow 4\text{NO}_2 \rightarrow 4\text{HNO}_3$, 即 $\text{NH}_3 \rightarrow \text{HNO}_3$ 。

设标准状况下需 x 升氨气。

$$\begin{array}{rcl}\text{NH}_3 & \longrightarrow & \text{HNO}_3 \\ 22.4 \text{ 升} & & 63 \text{ 克} \\ x \text{ 升} & & \frac{100000 \times 63\%}{85\%} \\ 22.4 : x = 63 : \frac{100000 \times 63\%}{85\%} \\ x = \frac{22.4 \times 100000 \times 63\%}{63 \times 85\%} = 26352.9 (\text{升})\end{array}$$

答:需氨气26352.9升(标准状况下)。

说明:有关产品的产率和原料利用率的计算,应注意对于产品来说,实际产量总比理论产量要小;对于原料来说,实际用量总比理论用量要大。所以,

$$\text{产品产率} = \frac{\text{实际产量}}{\text{理论产量}} \times 100\%$$

$$\text{原料利用率(转化率)} = \frac{\text{理论用量}}{\text{实际用量}} \times 100\%$$

【单元练习题】

一、问答题

1. 为什么要引进摩尔这一单位？摩尔是怎样定义的？
2. 摩尔质量与原子量或分子量有什么区别和联系？
3. 什么叫气体摩尔体积？为什么1摩尔任何气体在标准状况下占有相同的体积，而固体和液体的体积则一般不相等？
4. 热化学方程式与普通化学方程式有什么不同？
5. 什么叫阿佛加德罗定律？它是如何推导出来的？
6. 物质的量浓度是如何定义的？说明引进物质的量浓度的必要性和重要性。
7. 百分比浓度与物质的量浓度之间的换算关系是什么？
8. 在实验室中配制 500mL 0.1mol · L⁻¹ 的 NaOH 溶液，需用哪些化学仪器？

二、填空题

1. 现有 H₂、O₂、OH⁻ 各 3.01×10^{23} 个，它们的物质的量分别为 _____、_____、_____，质量分别为 _____、_____、_____。
2. 7 克 CO 中含有 _____ 个 CO 分子，若有同样分子个数的氧化钙，则此 CaO 的质量为 _____。CO 中含有的元素为 _____，它们的物质的量之比为 _____，质量比为 _____。CaO 中含有的元素为 _____，它们的物质的量之比为 _____，质量比为 _____。
3. 12 克镁与 _____ 克氧化镁所含的镁原子数相同，与 _____ 克氯化镁所含镁的质量相等。
4. 填写下表：比较 2 个水分子、2 克水、2 摩尔水分子的不同。

比较内容 \ 比较对象	2个水分子	2克水	2摩尔水分子
单位			
分子数(个)			
质量(克)			
物质的量(摩尔)			

5. 本题由 A、B 两栏组成。A 栏中只有一种物质符合 B 栏中的四项事实。将 A 栏中的这种物质及 B 栏中与它不符合的一项事实的编号填在 _____ 上。

A 栏	B 栏
① H_2	① 具有还原性 ② 0.5 摩尔中含有 6.02×10^{23} 个原子 ③ 10 摩尔该物质的质量为 20 克
② F_2	④ 1 摩尔中含有 1.08×10^{25} 个质子 ⑤ 0.1 摩尔中含有 6.02×10^{22} 个分子
A _____	B _____

6. 在标准状况下,相同质量的以下气体

(A) NO 、(B) O_2 、(C) CO 、(D) H_2 、(E) N_2 ,

体积最小的是 _____, 体积相同的是 _____ 和 _____, 含分子数最多的是 _____, 含原子数最多的是 _____, 含物质的量最多的是 _____。

7. 某气体在标准状况下 1 升的质量为 2.857 克, 则此气体的分子量为 _____。该气体由 A 元素及氧元素组成, 且含氧 50%, A 的原子量为 32, 则此气体的分子式为 _____, 标准状况下 1 升该气体含有的原子总数为 _____。

8. 某气体 m 克, 在标准状况下占有的体积为 V 升, 其分

()用少许蒸馏水洗涤小烧杯,将洗涤液沿玻璃棒注入____。重复以上操作两次。

()将浓硫酸沿烧杯壁慢慢注入盛有少量蒸馏水的小烧杯中,并不断用玻璃棒搅拌。

()用量筒量取浓硫酸_____毫升。

()将已冷却的硫酸溶液沿玻璃棒注入_____毫升的_____中。

()将容量瓶盖紧,振荡、摇匀。

()改用胶头滴管加入蒸馏水,使溶液凹面恰好与刻度线相切。

()继续往容量瓶内小心加入蒸馏水,直到接近刻度_____厘米处。

16. 镁、铝、锌三种金属分别与足量的稀盐酸反应生成等体积的氢气(相同条件下),则镁、铝、锌的质量比为____,物质的量之比为_____。

17. 使相同体积的氯化钠、氯化镁、氯化铝溶液中的 Cl^- 完全变成氯化银沉淀,若用去某硝酸银溶液的体积相等,则三种溶液中氯化钠、氯化镁、氯化铝的物质的量之比为_____。

18. 在标准状况下,将 4.48 升氯化氢气体全部溶于 20 毫升水中,所得盐酸溶液的密度为 $1.13 \text{ 克} \cdot \text{毫升}^{-1}$,则所得溶液的物质的量浓度为_____。

19. 用 H_2 还原某金属(M)的氧化物 1.6 克得到 0.54 克水,已知 M 的原子量为 56,则此金属的分子式应该是_____。

三、判断题(正确的画“√”,错误的画“×”)

1. 由于化学反应遵守质量守恒定律(物质不灭定律),因